

Universidade de Lisboa



Tarefas de investigação para o ensino e a
aprendizagem do tema “Energia - do Sol para a Terra”.
Um trabalho com alunos do 10.º ano

Luís Carlos Rodrigues Pessoa

Mestrado em Ensino de Física e Química no 3.º ciclo do Ensino
Básico e no Ensino Secundário

Relatório da prática de ensino supervisionada orientado pela
Professora Doutora Mónica Luísa Mendes Baptista

2020

Resumo

Este trabalho tem como finalidade conhecer qual é a influência da realização de tarefas de investigação nas aprendizagens dos alunos durante a leção da subunidade “Energia - do Sol para a Terra”, do programa de Física da disciplina de Física e Química A, do 10.º ano de escolaridade do ensino secundário.

As intervenções realizaram-se numa turma do 10.º ano de escolaridade constituída por 29 alunos. A unidade didática consistiu num conjunto de seis aulas, três de 90 minutos e três de 135 minutos, onde foram desenvolvidas cinco tarefas de investigação, utilizando uma abordagem CTSA (Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente).

A metodologia seguiu uma abordagem qualitativa, tendo a recolha de dados sido realizada através da observação naturalista, com registo de notas de campo, das produções escritas dos alunos das tarefas realizadas e do questionário de resposta aberta e outro de resposta fechada.

Os resultados mostram as aprendizagens realizadas pelos alunos, bem como as suas dificuldades nos domínios processual, conceptual e atitudinal, social e axiológico. Revelaram ainda que, apesar das dificuldades iniciais na realização destas tarefas, os alunos consideraram-nas como um bom recurso que potencia as suas aprendizagens e o desenvolvimento da sua literacia científica.

Palavras-chave: tarefas de investigação, abordagem CTSA (Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente), energia, literacia científica, investigação qualitativa.

Abstract

This work aims at knowing the impact of inquiry activities in students' learning, developed during the unit - “Energia - do Sol para a Terra” - lectured within the scope of the subject Physics and Chemistry, from the 10th grade.

The interventions focused on a class from 10th grade with a total of 29 students. The learning unit consisted of six classes, three of them with a duration of 90 minutes and the other three lasting 135 minutes each. Throughout these classes five inquiry tasks were implemented using a STSE (Science, Technology, Society and Environment) approach.

The methodology followed a qualitative approach. The data was collected by means of a naturalist observation which included the recording of field notes, written productions from the students regarding the inquiry activities and open and close-ended questionnaires.

The results reflect both the students' developed skills and identifies the main struggles and difficulties in the procedural, conceptual, attitude, social and axiological domains. In addition, although difficulties were reported at early stages of implementation of the inquiry tasks, the results reveal an overall positive feedback from the students. Most of the students considered these inquiry tasks an adequate and effective resource as a valuable complement, that enhances and facilitates the learning process, naturally expanding their scientific literacy.

Keywords: inquiry, STSE (Science, Technology, Society and Environment) approach, energy, scientific literacy, qualitative research.

Índice geral

Índice de quadros	vii
Índice de figuras	ix
Capítulo 1 - Introdução	1
Capítulo 2 - Enquadramento teórico	4
2.1 Educação em ciências	4
2.2 Ensino por investigação	9
Capítulo 3 - Unidade de ensino	14
3.1. Enquadramento curricular da Subunidade “Energia-Do Sol para a Terra” ..	14
3.2. Organização da Subunidade “Energia-Do Sol para a Terra”	16
3.3. Descrição das tarefas	19
3.4. Avaliação dos Alunos	22
Capítulo 4 - Métodos e procedimentos	24
4.1. Método de investigação	24
4.2. Participantes no estudo	26
4.3. Instrumentos de recolha de dados	26
4.4. Análise de dados	29
Capítulo 5 - Resultados	32
5.1. Aprendizagens desenvolvidas durante a realização das tarefas de investigação	32
5.2. Dificuldades sentidas pelos alunos nas tarefas de investigação	45
5.3. Avaliação dos alunos das aulas em que foram desenvolvidas as tarefas de investigação	55
Capítulo 6 - Discussão de resultados, conclusão e reflexão final	59
6.1. Discussão de resultados	59
6.2. Conclusões e reflexão final	61
Referências bibliográficas	65
Anexos	69
Anexo A - Planificações das aulas	70
Anexo B - Tarefas	76
Anexo C - Questionários	88

Índice de quadros

Quadro 3.1-Síntese dos conteúdos científicos abordados nas tarefas realizadas	17
Quadro 3.2-Descrição das tarefas realizadas	20
Quadro 4.1-Subcategorias de análise relativas às aprendizagens desenvolvidas durante a realização das tarefas de investigação	30
Quadro 4.2-Subcategorias de análise relativas às dificuldades sentidas pelos alunos nas tarefas de investigação	31

Índice de figuras

Figura 2.1 - Modelo dos 5 E's (adaptado de Bybee, 2006)	11
Figura 2.2 - Os quatro diálogos inter-relacionados que suportam as tarefas de investigação baseadas em modelos (adaptado de Windschitl et. al, 2008)	12
Figura 3.1 - Esquema organizador da subunidade “Energia-Do Sol para a Terra”	15

Capítulo 1 - Introdução

Numa sociedade em constante mudança e cada vez mais avançada tecnologicamente, um professor tem de se adaptar a essas mudanças para se poder manter atualizado e, por esse meio, recorrer nas suas aulas a novas abordagens.

A abordagem CTSA (Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) constitui a base para a elaboração de instrumentos e estratégias a implementar em sala de aula, de modo a manter o interesse dos alunos nos temas abordados. Deste modo, os currículos e programas devem considerar também outras dimensões do conhecimento científico para além da dimensão conceptual. Esta abordagem contempla aspetos da natureza da Ciência, bem como da sua relação com a sociedade, tecnologia e ética, sempre adaptada ao nível etário em questão. Esta orientação é a essência do movimento CTSA para o ensino das Ciências que tem vindo a ganhar importância crescente, em vários pontos do mundo, no âmbito da Educação em Ciências (Martins, 2003).

Torna-se, deste modo, importante que o professor não limite a sua prática à transmissão de conteúdos. A necessidade do desenvolvimento de competências em sala de aula e o acentuar das diferenças socioculturais e da amplitude de substratos cognitivos diferentes, em contexto escolar, fomentam o desenvolvimento de estratégias diferentes que possam ser desenvolvidas pelos alunos, dando significado aos conteúdos, relacionando os mesmos com aspetos do quotidiano e colocando os alunos a debater, procurando desenvolver o seu espírito crítico e capacidade de argumentação.

A disciplina de Física e Química A tem, portanto, de ser encarada como uma via para o crescimento dos alunos e não como um mero espaço curricular onde se “empacotam” conhecimentos exclusivamente do domínio cognitivo, com pouca ou nenhuma ligação à sociedade (Martins et al., 2001, p. 5).

A abordagem CTSA e a implementação de estratégias diferenciadas, que promovam o desenvolvimento de competências, como resolver problemas, tomar decisões, argumentar, imaginar, cooperar, debater, comunicar para além das competências específicas associadas a cada disciplina, só é possível, através da promoção da literacia científica. Para fomentar a literacia científica, é necessário

proporcionar aos alunos um ambiente de aprendizagem em que eles sejam encorajados a pesquisar, a selecionar informação, a testar as suas ideias, a recolher evidências, a interpretar com base nas evidências recolhidas, a tomar decisões, a argumentar, a escrever conclusões, em suma desenvolver competências linguísticas entre outras. (Martins, 2003).

A utilização de tarefas de investigação pode ser uma forma de fomentar a abordagem CTSA uma vez que promovem a literacia científica e o desenvolvimento das competências referidas anteriormente. Esta abordagem de ensino é um modelo de aprendizagem baseado em cinco passos sequenciais, concretamente: motivar, explorar, explicar, ampliar e avaliar (Bybee, 2006).

Considerando as tarefas de investigação como um instrumento importante no ensino moderno, este trabalho terá como questão problema: “Como reagem os alunos relativamente ao uso de tarefas de investigação durante a lecionação da subunidade 1, Energia - Do Sol para a Terra, da unidade 1 do programa de Física e Química A do 10.º ano”. Por sua vez, esta problemática pode ser respondida a partir das seguintes questões:

- Quais as aprendizagens realizadas pelos alunos durante o desenvolvimento das tarefas de investigação sobre a subunidade “Energia - Do Sol para a Terra”?
- Quais as dificuldades sentidas pelos alunos durante o desenvolvimento das tarefas de investigação sobre a subunidade “Energia - Do Sol para a Terra”?
- Que avaliação fazem os alunos das aulas em que foram desenvolvidas as tarefas de investigação sobre a subunidade “Energia - Do Sol para a Terra”?

Neste trabalho, propomo-nos analisar esta problemática no âmbito da Disciplina de Física e Química A, numa turma de 10.º ano do Ensino Secundário, cujos alunos serão os protagonistas do estudo, aquando do ensino/aprendizagem da subunidade já referida.

Organização do trabalho

O trabalho será organizado em seis capítulos. O primeiro capítulo corresponde à introdução e refere-se à explicitação da problemática e questões do trabalho de cariz investigativo a ser desenvolvido no âmbito da proposta da unidade didática. Segue-se o enquadramento teórico, onde se expõe a problemática, as orientações curriculares e as estratégias de ensino para a implementação de tarefas de investigação, incluindo as suas aplicações e condicionantes.

No terceiro capítulo, unidade de ensino, contempla-se uma proposta didática com introdução, fundamentação didática e uma síntese da Unidade Didática a lecionar, com incidência na problemática a estudar, assim como de todos os instrumentos utilizados na avaliação das aprendizagens dos alunos. Descrevem-se, seguidamente, os métodos e procedimentos utilizados, caracterizando a população em estudo e os métodos de recolha e análise de dados. Apresentam-se então, os resultados, organizando-os em subcategorias de análise, procurando dar resposta às questões de investigação.

Por fim, no sexto capítulo, conclusão, há uma reflexão crítica acerca do trabalho efetuado, tendo em conta os resultados, as avaliações realizadas e os dados recolhidos. Pretende-se desta forma analisar quer as atividades letivas, quer as práticas avaliativas, à luz da problemática em estudo, bem como efetuar uma reflexão acerca das estratégias utilizadas, em termos conceptuais.

Capítulo 2 - Enquadramento teórico

Neste capítulo faz-se o enquadramento teórico das questões em estudo, começando pela necessidade e as finalidades da educação em ciências e a importância da literacia científica. Aborda-se a seguir as características e as potencialidades do ensino por investigação para as aprendizagens dos alunos, bem como a análise de alguns modelos para a sua condução.

2.1. Educação em ciências

Com as constantes mudanças sociais causadas pelos cada vez mais rápidos avanços da ciência e da tecnologia, um professor do século XXI tem que, a todos os momentos, atualizar-se como forma de manter a relevância e o interesse das suas aulas e conseguir motivar os seus alunos para as aprendizagens em ciência.

Pelo seu lado, existe de forma generalizada, uma consciencialização cada vez maior sobre a necessidade de promover, de forma eficaz, uma formação geral dos cidadãos no domínio das ciências e tecnologia (Martins, 2003), isto é, de dar oportunidades a todos de irem até onde forem capazes, sem os limitar, sabendo contudo que nem todos conseguirão alcançar os mesmos objetivos, nem ao mesmo tempo, por razões diversas de natureza cognitiva e social (Galvão et. al, 2006). Nesta perspetiva, ensinar ciências não pode ser encarado de uma forma rotineira. De facto, há que contextualizar o ensino das ciências em temas da atualidade que proporcionem aos alunos vias de compreensão e interpretação das grandes questões do seu tempo (Martins, 2016).

A educação em ciências é, cada vez mais, uma forma de proporcionar à população em geral as ferramentas e competências necessárias para se tornarem cidadãos mais conscientes e conhecedores dos avanços científicos e tecnológicos e assim tomarem decisões a nível pessoal, social ou global mais competentes. A responsabilidade de proporcionar as condições para o desenvolvimento destas

ferramentas e competências é dos professores e, para isso, é necessário a sua contínua atualização relativamente aos referidos avanços científicos e tecnológicos, como diz Carl Sagan (1995):

Quando o que é necessário aprender muda muito rapidamente, especialmente no decurso de uma só geração, torna-se muito mais difícil saber o que deve ser ensinado e como deve ser ensinado. Assim, os estudantes queixam-se da falta de pertinência do que aprendem; o respeito pelos mais velhos diminui. Os professores desesperam com a deterioração do nível educacional e com a apatia dos alunos. Num mundo em transição, os estudantes e os professores necessitam de aprender a ensinar a si próprios uma aptidão essencial - aprender a aprender. (p.322)

Esta afirmação é ainda mais pertinente nos tempos que correm, uma vez que o que é necessário aprender já não se altera apenas no decurso de uma só geração, mas num período de tempo ainda menor. Para além disso, é necessário ainda levar em conta o nível etário e o contexto sociocultural dos alunos, o que torna a educação em ciências uma questão muito complexa.

Literacia científica é um conceito incontornável quando se debate a educação em ciências, uma vez que se tornou o termo usado para expressar o objetivo amplo e abrangente da educação científica (Bybee et. al, 2009). “Educação em ciências e literacia científica são conceitos interligados, embora a literacia científica se construa para além da escola, através de múltiplos mecanismos e contextos” (Martins, 2016, p. 12).

Tudo leva a crer que o conceito de literacia científica tenha sido introduzido por James Bryant Conant na década de quarenta do séc. XX (Holton 1998, citado por Bybee et. al, 2009) mas foi mais elaborado para educadores num artigo de 1958 de Paul DeHard Hurd intitulado “*Science Literacy: Its meaning for American Schools*”. Hurd definia literacia científica como um conhecimento da ciência no geral e das suas aplicações nas experiências sociais do quotidiano, argumentando que a Ciência tem um papel tão proeminente na sociedade que as decisões económicas, políticas e pessoais não poderiam ser tomadas sem alguma consideração pela ciência e tecnologia envolvidos (Hurd, 1958 citado por Bybee et. al, 2009).

Ser-se literato científico significa: (i) Saber distinguir teorias de dogmas, dados de mitos, ciência de pseudociência, evidência de propaganda, factos de ficção, conhecimento de opinião; (ii) Reconhecer a natureza da ciência, as limitações do questionamento em ciência e das decisões com base científico-tecnológica e a necessidade de evidências para fundamentar posições (Hurd, 1998 citado por Martins, 2016, p. 12).

É necessário também perceber que, num passado não muito distante, quando se falava em cultura pensava-se em música, arte, literatura ou filosofia. Atualmente, englobamos nesse conceito o conhecimento da Ciência e do modo como a Ciência funciona a que chamamos cultura científica.

“Analisando o nosso comportamento como indivíduos, percebemos que as explicações para as nossas interrogações sobre o mundo estão ligadas e têm uma perspectiva global” (Galvão et. al, 2006, p. 16); tal só é possível com níveis de cultura científica adequados, cada vez com maior importância para o entendimento do mundo atual e das perspectivas do futuro.

Uma vez que as práticas mais importantes de um cientista têm como objetivo o desenvolvimento de explicações baseadas em evidências da forma como funciona a Natureza (Gieve, 1991 e Longino, 1990 citado por Windschitl et. al, 2008), é necessário que estas práticas sejam do conhecimento generalizado da população. Deste modo, para compreender estas explicações é necessária uma vasta cultura científica, tendo sempre em conta que o conhecimento científico é interdisciplinar e não independente de outras formas de cultura. “Tal conhecimento, articulado com outros saberes, permite compreender o empreendimento científico e tecnológico da humanidade” (Martins, 2016, p.11).

O conceito de educação começou a ser cada vez mais alterado a partir de meados do século XX, retomando tendências anteriores, insistindo-se na passagem de uma memorização e repetição de informação para um reforço do desenvolvimento de competências que possibilitem alcançar o seu domínio pleno. “No entanto, ainda hoje, muitos alunos passam a vida manipulando fórmulas químicas, biológicas e físicas sem nunca as ter compreendido. Muito educador não passa de uma máquina repetidora no estilo de um velho realejo” (Etges, 1995 citado por Galvão et. al, 2006, p. 13).

Por outras palavras, o ensino formal deve enaltecer uma perspetiva da ciência como forma de pensar e de compreender, muito mais do que um conjunto de conhecimentos (Martins, 2016).

A educação em ciências de cariz humanista, mais global, menos fragmentada, capaz de preparar melhor os alunos para a compreensão do mundo e das inter-relações do conhecimento científico e tecnológico na sociedade (CTS) tem-se constituído como inspiração de pensadores, educadores e professores de ciências. (Martins, 2002, p. 30)

Uma abordagem para além da dimensão conceptual da Ciência, como a sua relação com a sociedade, a tecnologia e a ética. Estas dimensões do conhecimento científico para além da dimensão conceptual como o movimento CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) têm vindo a ganhar uma cada vez maior importância, uma vez que, para modernizar o ensino das ciências, é necessária a organização de conteúdos disciplinares com enquadramento social e cultural, tal como é perspectivado no movimento CTS (Martins, 2016), isto porque como refere Martins (2002):

O ensino é uma atividade social pelo que tem de ser conduzido, necessariamente, em contextos sociais. Sendo o conhecimento científico aquilo que mais demarca a época atual das épocas passadas, é fundamental que ele aborde as questões-problema que também ajuda a resolver. (p. 37)

O ensino das ciências ocupa um lugar de destaque nas temáticas que disputam a discussão pública, dada a evolução do conhecimento científico e tecnológico e consequente repercussão na vida de todos (Martins, 2016). Esta importância levou a OCDE a criar em 1997 o programa PISA com o objetivo de monitorar os resultados educativos dos seus estados membros. Os governos dos países da OCDE reconhecem assim que os estudantes devem desenvolver competências e conhecimentos associados às prioridades do século XXI (Bybee & Fuchs, 2006, citados por Bybee et. al, 2009).

Nos nossos dias, início do séc. XXI, a noção de literacia científica divide-se em duas perspetivas: se os currículos escolares de Ciência, se devem focar em formar os cientistas do futuro ou os cidadãos do futuro (Osborne, 2007, citado por Bybee et. al,

2009). Há na realidade, um conflito político relativamente a estas duas abordagens, que podem ser resumidas numa questão. Deveriam os currículos escolares de Ciência dar maior importância aos conteúdos científicos ou a situações do quotidiano em que a Ciência tem um papel preponderante? (Abell & Lederman, 2007, citados por Bybee et. al, 2009).

O programa PISA (2006) representa uma avaliação com uma ênfase na segunda hipótese, clarificando o que os estudantes de quinze anos devem saber e ser capazes de fazer em contextos pessoais, sociais e globais (Bybee, et. al, 2009).

Para o programa PISA (2006), a literacia científica refere-se a quatro características interrelacionadas de um indivíduo, respetivamente:

- O conhecimento científico e o seu uso para identificar questões, desenvolver novos conhecimentos, explicar fenómenos científicos e chegar a conclusões baseadas em evidências acerca de situações relacionadas com a Ciência;
- A compreensão das características da Ciência como uma forma de questionamento e conhecimento humano;
- A consciência de como a Ciência e a Tecnologia moldam os nossos ambientes materiais, culturais e intelectuais;
- A vontade de se empenhar em questões científicas e relacionadas com a Ciência como um cidadão reflexivo, construtivo e preocupado (OCDE 2006, citado por Bybee et. al, 2009, p. 866)

Levando em conta os tempos conturbados que vivemos, com a cada vez maior desinformação por parte da população em geral, apesar da cada vez maior facilidade de acesso à informação, nunca nos podemos esquecer do seguinte, “a educação científica é essencial para o desenvolvimento humano, para a criação de uma capacidade científica endógena e para uma cidadania informada e ativa” (Martins, 2016, p. 19).

2.2. Ensino por investigação

O desenvolvimento da literacia científica e da abordagem CTSA, referida acima, nos atuais currículos de ensino, exige do professor a capacidade de criação de novas estratégias de ensino, estratégias essas que levem os alunos a realizar planificações e ao desenvolvimento de pesquisas, o questionamento individual ou em grupo, a análise crítica de notícias, a resolução de problemas atuais, a execução de tarefas de investigação ou o uso de discussões e debates (Martins et al., 2001).

Entre as várias estratégias de ensino que podem ser utilizadas em aula, encontra-se o ensino por investigação, que foi privilegiado no decurso da lecionação das aulas da subunidade “Energia - Do Sol para a Terra” que serviram de suporte ao nosso estudo. Para fundamentar os aspetos teóricos que estiveram na base da proposta desta abordagem de ensino, este capítulo inicia-se com a apresentação dos fundamentos do *ensino por investigação* que envolve tarefas multifacetadas como formular problemas, distinguir alternativas, planificar investigações, testar hipóteses, procurar informação, construir modelos e comunicar resultados (Linn et al., 2004).

O desenvolvimento destas tarefas permite aos alunos desenvolver diferentes competências, como organizar e interpretar dados, propor explicações e fazer previsões com base em evidências. Os alunos são também incentivados a trabalhar colaborativamente, a expor as suas ideias levando em conta as ideias dos outros, a utilizar uma linguagem científica adequada, escrita e oral e a envolverem-se em discussões públicas na defesa do seu trabalho. As suas aprendizagens são aplicadas a situações do quotidiano, incentivando a reflexão crítica sobre as estratégias utilizadas e os resultados obtidos nas suas investigações (Harlen & Allende, 2006).

O NRC, *National Research Council*, criado em 1916 pela *National Academy of Sciences* dos Estados Unidos da América com o objetivo de associar a vasta comunidade científica e tecnológica aos valores desta academia, nomeadamente: incentivar a educação e pesquisa em Ciência e aumentar a compreensão do público em geral, nas áreas da Ciência, Engenharia e Medicina.

Em 2000, o NRC indicava que a pesquisa em educação suporta o ensino por investigação, dado que estudos relativos à forma como os estudantes aprendem Ciência indicam que, quando as aprendizagens são realizadas com uma compreensão aprofundada, mais do que apenas factos científicos, a sua capacidade de aplicar o

conhecimento a novas situações é maior e as aprendizagens efetivas pressupõem que os alunos controlam as suas aprendizagens. Em 2012, referia que as práticas científicas de raciocínio e de pensamento crítico são as formas de pensar e fazer Ciência, nomeadamente: fazer perguntas, desenvolver e criar modelos, planejar e realizar investigações, analisar e interpretar evidências, usar raciocínio matemático e computacional, construir explicações, construir argumentos a partir de evidências e comunicar informações. Desenvolver competências através destas práticas é fundamental para o desenvolvimento da literacia científica.

Para a condução do ensino por investigação existem vários modelos. Na sua maioria, estes modelos concordam que a essência do ensino por investigação são as aprendizagens que refletem as práticas da pesquisa científica ou, por outras palavras, aprender Ciência como a Ciência é feita (Hunter et. al, 2010). Alguns exemplos desses mesmos modelos serão abordados de seguida.

Um dos modelos mais importantes e que tem sido amplamente estudado como aplicação do ensino por investigação é o modelo dos 5 E's proposto por Bybee, que expõe um conjunto de propósitos associados às aprendizagens realizadas pelos alunos.

Para Bybee (2006), os alunos são inicialmente motivados pela sua curiosidade e pelo seu interesse perante uma situação problemática - *Engage* (motivar); de seguida, os alunos deverão colocar questões, fazer previsões, formular hipóteses, planificar experiências, realizar as mesmas, registar as observações efetuadas, discutir os resultados obtidos e, caso seja necessário, redefinir hipóteses - *Explore* (explorar); na fase seguinte os alunos apresentam as suas conclusões, fundamentadas, e argumentando relativamente aos resultados das experiências realizadas - *Explain* (explicar). Podem ainda ser abordados outros problemas com o objetivo de obter uma visão mais ampla do conhecimento conceptual adquirido e associado a outros contextos - *Extend* (ampliar) e, por fim, os alunos devem ponderar sobre a tarefa realizada, percebendo o que podem melhorar e onde tiveram mais dificuldades - *Evaluate* (avaliar).

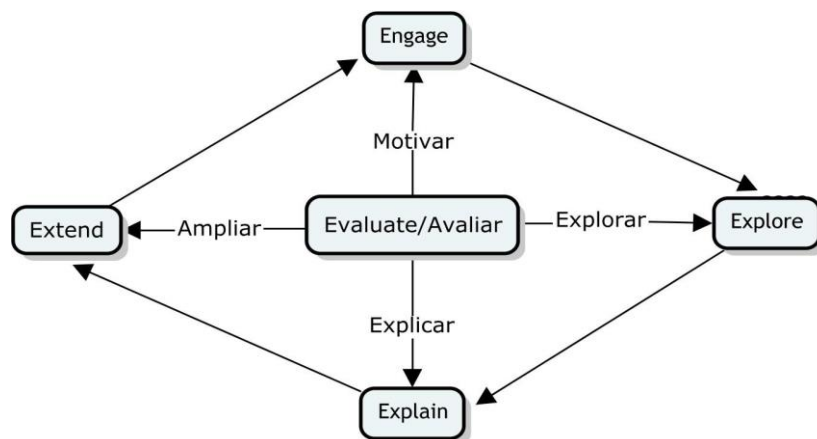


Figura 2.1. - Modelo dos 5 E's (adaptado de Bybee, 2006).

Windschitl et. al, (2008) propõem também um modelo para o ensino por investigação, o *Model Based Inquiry*, ou ensino por investigação baseado em modelos. O objetivo deste modelo é permitir aos alunos desenvolver explicações defensáveis sobre a forma como a natureza funciona. Para tal, os parâmetros gerais das tarefas de investigação estão compartimentados em quatro fases de diálogo com os alunos.

Inicialmente, é necessário organizar o que sabemos e o que queremos saber. Para isso, procura-se suscitar nos alunos o interesse relativamente a um fenómeno ou assunto a abordar através da disponibilização de recursos (textos, vídeos, demonstrações ou atividades laboratoriais) ou das próprias experiências pessoais, com o objetivo de desenvolver um modelo provisório. Este modelo deve sugerir processos, propriedades ou estruturas, observáveis ou não observáveis, que podem explicar ou não o fenómeno ou assunto abordado.

Com esta fase, será praticamente inevitável o aparecimento de novas questões relacionadas com o modelo. A partir destas novas questões, será possível gerar hipóteses que possam ser testadas, com o propósito de articular um conjunto de possíveis relações ou eventos. É importante que a hipótese seja testável e não uma mera previsão arbitrária; no entanto este critério é secundário relativamente à ideia de que a hipótese deva fazer sentido dentro de um contexto de uma compreensão mais aprofundada do fenómeno. Há a possibilidade de haver várias hipóteses e vários modelos possíveis, a competir como explicação do fenómeno.

Após o levantamento de questões e a criação de modelos e hipóteses explicativas, deve-se realizar a pesquisa de evidências, que podem resultar de várias

formas de observação e dos próprios modelos criados. Nesta fase, deve-se definir como se devem recolher os dados para testar o modelo e identificar padrões e relações no mundo observável; os dados só poderão ser considerados evidências a partir do momento em que sirvam de fundamentação para argumentos ou explicações. Estes dados podem ser obtidos através de experiências controladas ou não controladas, estudos de correlação ou análise de dados já existentes.

Estas fases de diálogo, relativo a evidências, possibilita aos alunos a compreensão de que o modelo ou hipótese explicativa proposto é aplicável a qualquer situação ou fenómeno, desde que se baseie em evidências e no raciocínio lógico, levando à fase final. A da construção de um argumento, que deve descrever uma potencial explicação do fenómeno em estudo, através dos dados recolhidos como evidências que suportam a explicação, sendo que esta deve sempre levar em conta outras possíveis justificações, desde que sejam compatíveis com as evidências obtidas, podendo levar à alteração do modelo inicial, se as evidências conduzirem a essa conclusão lógica.

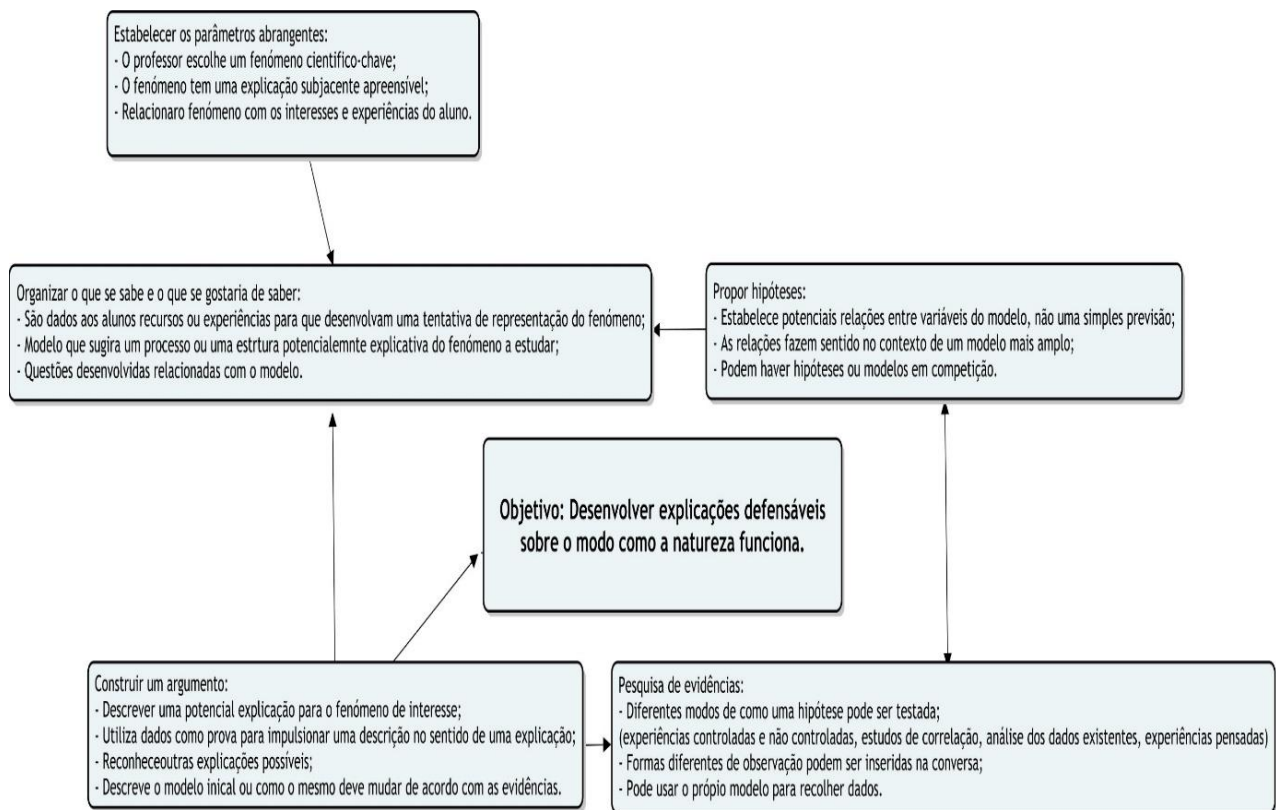


Figura 2.2. - Os quatro diálogos inter-relacionados que suportam as tarefas de investigação baseadas em modelos (adaptado de Windschitl et. al, 2008).

As quatro fases de conversação apresentadas no esquema, não têm que ocorrer na sequência prevista, i.e., o processo deve permitir a revisitação constante das conversações anteriores.

Este modelo representa, realmente, uma pedagogia bastante ambiciosa independentemente do nível de ensino, mas existem vários relatórios de pesquisa que descrevem professores que envolveram os seus alunos com sucesso nesses tipos de consultas (Cartier, 2000, Schwarz & White, 2005 e Wells, Hestenes e Swackhamer, 1995, citados por Windschitl et. al, 2008).

No entanto, esses professores receberam quase sempre apoio instrucional significativo dos investigadores que estão a testar as suas próprias versões das tarefas de investigação baseadas em modelos. Sem um currículo para fornecer orientações e apoio às tarefas de investigação baseadas em modelos, os professores em sala de aula precisam de identificar quais as ideias ou assuntos que podem ser melhor exploradas: quais as informações, os recursos disponíveis, como sequenciar este tipo de instruções complexas e perceber quando se conseguiu desenvolver nos alunos as competências de falar e raciocinar cientificamente (Windschitl et. al, 2008).

Capítulo 3 - Unidade de ensino

Neste capítulo é descrita a unidade de ensino referente à subunidade 1 “Energia - Do Sol para a Terra”, inserida na Unidade 1: “Do Sol ao aquecimento” do programa de Física e Química A do 10.º ano de escolaridade em vigor à data da leção da unidade. O capítulo está dividido em quatro partes. Inicialmente, descreve-se a contextualização e fundamentação didática e científica da subunidade a lecionar, seguidamente a organização da mesma através da sua descrição e, por fim, o método de avaliação dos alunos.

3.1. Enquadramento curricular da Subunidade “Energia-Do Sol para a Terra”

Quando se trata do ensino das Ciências, os objetivos principais passam pelo desenvolvimento da literacia científica da população em geral, potenciando assim o interesse pela carreira científica, em todas as suas vertentes. Para tal, é necessário o desenvolvimento de competências específicas que permitam criar referências em termos de valores, atitudes e conhecimento que levem à ampliação ou aquisição de competências ao nível pessoal, social e profissional, ou seja, “competências de cidadania, que promova igualdade de oportunidades e que desenvolva em cada aluno um quadro de referências, de atitudes, de valores e de capacidades que o ajudem a crescer a nível pessoal, social e profissional.” (Martins et al., 2001, p.4).

A disciplina de “Física e Química A portanto, deve ser encarada como uma via para o crescimento dos alunos, a vários níveis e não como um espaço curricular onde se ‘empacotam’ conhecimentos exclusivamente do domínio cognitivo, com pouca ou nenhuma ligação à sociedade” (Martins et al., 2001, p. 5). Uma forma de desenvolver estas competências é através da abordagem CTSA, que pretende demonstrar aos alunos a importância da Ciência, neste caso da Física e da Química, na sociedade atual através da explicação de fenómenos naturais e da tecnologia do seu quotidiano, que assume cada vez maior importância para a sua compreensão da sociedade e do ambiente. Pretende-se, por isso, que nas aulas de Física e Química A, os alunos sejam capazes de ir além do conhecimento e interpretação de fenómenos de forma isolada.

O objetivo é que estes sejam capazes de desenvolver competências que lhes permitam desenvolver a sua autonomia, a partir dos conhecimentos prévios, alargando e reinterpretando os mesmos, promovendo a sua autonomia e confiança, com vista a uma consequente visão mais abrangente da sociedade atual.

Deste modo, pretende-se que nas aulas de Física e Química, os alunos não só reinterpretem e aprofundem conhecimentos prévios, mas que também desenvolvam “estímulos para o trabalho individual, aumentando-lhes a autoestima e ajudando-os a prepararem-se para percursos de trabalho cada vez mais Independentes” (Martins et al., 2001, p. 4). É necessário que os alunos compreendam a importância do papel que a Física e a Química desempenham “na explicação de fenómenos do mundo que os rodeia, bem como na sua relação íntima com a Tecnologia, com a Sociedade e com o Ambiente” (Martins et al., 2001, p. 4). Esta interação CTSA, privilegia, como menciona Martins et al. (2001, p. 5) “(...) uma grande variedade de abordagens, mas a abordagem problemática tem sido a mais usada nos currículos. Nela utilizam-se grandes temas-problema da atualidade como contextos relevantes para o desenvolvimento e aprofundamento dos conceitos”.

Com o esquema seguinte pretende-se apresentar uma visão geral dos conceitos a lecionar da subunidade “Energia - Do Sol para a Terra” do programa de 2001 de Física e Química A do 10º ano.

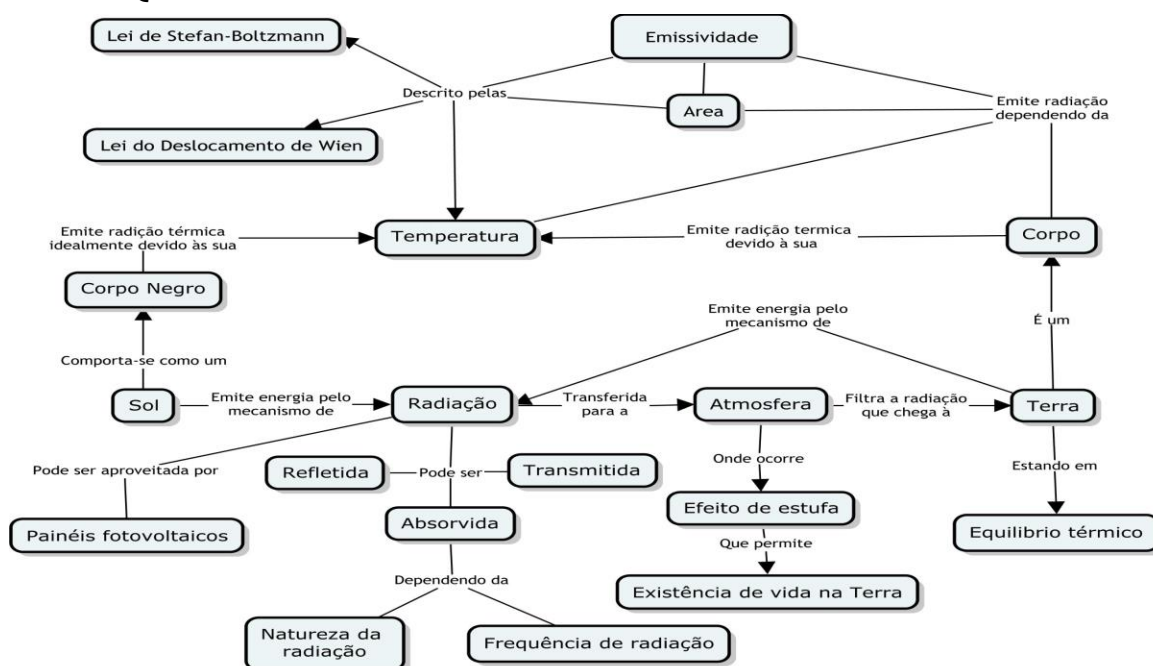


Figura 3.1. - Esquema organizador da subunidade “Energia - Do Sol para a Terra”

Para a lecionação da subunidade, levando em conta o programa e de acordo com o explicitado anteriormente, foram idealizadas tarefas de investigação uma vez que “promovem compreensões mais amplas da natureza da Ciência” (Windschitl et al. 2008, p. 5), onde foi pedido aos alunos a realização de pesquisas, recolha e síntese de informação e respetiva apresentação e planificação de uma estratégia de resolução de problemas. Esta estratégia pode envolver, ou não, uma verificação experimental, realização de debates ou a colocação de questões relativamente a um texto ou imagens.

Através destas tarefas de investigação, pretende-se que os alunos desenvolvam várias competências de vários níveis, como por exemplo; do nível processual, como “Construir uma montagem laboratorial a partir de um esquema ou de uma descrição”, “Identificar material e equipamento de laboratório e explicar a sua utilização/função” ou “Recolher, registar e organizar dados de observações (quantitativos e qualitativos) de fontes diversas, nomeadamente em forma gráfica”; do nível concetual como “Planear uma experiência para dar resposta a uma questão - problema”, “Analisar dados recolhidos à luz de um determinado modelo ou quadro teórico”, “Interpretar os resultados obtidos e confrontá-los com as hipóteses de partida e/ou com outros de referência”, “Discutir os limites de validade dos resultados obtidos respeitantes ao observador, aos instrumentos e à técnica usados”, “Identificar parâmetros que poderão afetar um dado fenómeno e planificar modo(s) de os controlar”, “Formular uma hipótese sobre o efeito da variação de um dado parâmetro” e por fim do nível social, atitudinal e axiológico como “Apresentar e discutir na turma propostas de trabalho e resultados obtidos”, “Refletir sobre pontos de vista contrários aos seus”, “Rentabilizar o trabalho em equipa através de processos de negociação, conciliação e ação conjunta, com vista à apresentação de um produto final” e “Adequar ritmos de trabalho aos objetivos das atividades”. (Martins et al., 2001, p. 8).

3.2. Organização da Subunidade “Energia - Do Sol para a Terra”

As intervenções consistiram numa sequência de seis aulas, três de noventa minutos e três de cento e trinta e cinco minutos, com a turma dividida em dois turnos. As aulas foram planificadas de acordo com o programa de Física e Química A de 10.º

ano e inserem-se na subunidade 1 da unidade 1 do programa de Física de 10.º de 2001. Para cada aula foram elaboradas grelhas de planificação, onde se encontram a descrição metodológica, os conteúdos abordados, os recursos utilizados, as competências a desenvolver e os instrumentos de avaliação. As referidas planificações, encontram-se no anexo A e as tarefas de investigação utilizadas no anexo B.

Nas seis aulas, foram realizadas cinco tarefas, sendo que os conteúdos científicos abordados se apresentam na seguinte tabela:

Quadro 3.1. - Síntese dos conteúdos científicos abordados nas tarefas realizadas.

Tarefa 1	135min. Laboratorial
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar situações de equilíbrio térmico; • Explicitar o significado da Lei Zero da Termodinâmica; • Explicar que, quando um sistema está em equilíbrio térmico com as suas vizinhanças, as respetivas taxas de absorção e de emissão de radiação são iguais; • Relacionar as zonas do espectro em que é máxima a potência irradiada pelo Sol e pela Terra com as respetivas temperaturas. 	
Tarefa 2	90 min.
<ul style="list-style-type: none"> • Explicar que a temperatura média da Terra é em grande parte determinada pela radiação que ela recebe do Sol, mas que esta também emite energia, pois, caso contrário, ficaria cada vez mais quente; • Identificar um sistema termodinâmico como aquele em que são apreciáveis as variações de energia interna. 	

Tarefa 3	Duas aulas (90 min. + 135 min.)
<ul style="list-style-type: none"> • Indicar que todos os corpos irradiam energia; • Relacionar a potência total irradiada por uma superfície com a respetiva área e a quarta potência da sua temperatura absoluta (Lei de Stefan-Boltzmann); • Identificar a zona do espectro eletromagnético em que é máxima a potência irradiada por um corpo, para diversos valores da sua temperatura (deslocamento de Wien). 	
Tarefa 4	135 min. Laboratorial
<ul style="list-style-type: none"> • Explicitar que a conversão fotovoltaica da energia solar consiste na transformação de energia radiante, numa diferença de potencial entre os polos do painel fotovoltaico; • Determinar a potência elétrica fornecida por painel fotovoltaico; • Explicar que, para dimensionar um sistema de conversão fotovoltaico, é necessário ter em consideração a potência média solar recebida por unidade de superfície terrestre, durante o dia e a potência a debitar. 	
Tarefa 5	90 min.
<ul style="list-style-type: none"> • Determinar a temperatura média de equilíbrio radiativo da Terra como um todo a partir do balanço entre a energia solar absorvida e a energia da radiação emitida pela superfície da Terra e atmosfera; • Interpretar o valor real da temperatura média da Terra, a partir da absorção e reemissão de radiação por alguns gases presentes na atmosfera. 	

3.3. Descrição das tarefas

A estrutura das aulas foi planificada de modo a potenciar da melhor forma as tarefas de investigação de acordo com o modelo dos 5 E's de Bybee (2006). Assim, em termos gerais, a organização das aulas foi dividida em 3 partes: inicialmente o professor efetua uma introdução ao tema e ao que é pretendido com a tarefa, correspondendo à fase *Engage* (motivar); seguidamente é entregue a ficha de trabalho com a tarefa de investigação para os alunos a desenvolverem, sendo esta parte, a fase *Explore* (explorar); são então debatidos, em conjunto com a turma e moderados pelo professor, os resultados ou conclusões a que chegaram, que são as fases *Explain* (explicar) e *Extend* (ampliar). No final, os alunos responderam a questões relativas à tarefa realizada, ou seja, a fase *Evaluate* (avaliar). A turma foi separada em oito grupos escolhidos pelos próprios com algumas sugestões da professora cooperante.

Na fase introdutória de *Engage* (motivar), foi efetuada uma pequena introdução ao tema da tarefa, com recurso a apresentação em PowerPoint, com o objetivo de clarificar e explicitar o tipo de investigação que os alunos deveriam realizar. Desta forma, pretendeu-se criar uma base de trabalho a partir da qual pudesse ser realizada a tarefa de investigação e também motivar, suscitar interesse e curiosidade por parte dos alunos para a realização da mesma através de uma situação/questão problemática com relação direta com o quotidiano.

Numa segunda parte, na fase *Explore* (explorar), foram entregues as fichas de trabalho a cada um dos alunos de cada grupo para que fosse iniciada a tarefa de investigação. A partir da situação/questão problema, teriam de colocar questões, fazer previsões e formular hipóteses. Para testar estas hipóteses, foi-lhe pedida uma investigação usando a informação que tinham no manual e nas fichas de trabalho. Caso fosse necessário, tiveram que planificar experiências, realizar as mesmas, registar as observações efetuadas, discutir os resultados obtidos e, possivelmente, redefinir hipóteses e formular hipóteses explicativas. Durante a investigação, o professor procurou orientar os alunos através do questionamento dos mesmos, com o objetivo de os levar a raciocinar e a adotar uma postura investigativa, mantendo o empenho e envolvimento de todos durante a realização das tarefas.

Na parte final das aulas, realizou-se a fase *Explain* (explicar) após a finalização da parte investigativa, os alunos de cada grupo expuseram à turma as conclusões,

fundamentadas das suas investigações. Foi realizado um debate, onde foram expostos os argumentos relativos aos resultados das experiências ou das investigações realizadas. Isto, sempre com a orientação do professor, que assim aferiu as aprendizagens realizadas e a qualidade do trabalho realizado.

Por fim, os alunos entregaram o trabalho realizado durante a aula, que incluía os resultados da pesquisa efetuada e as reflexões dos próprios, onde deveriam ponderar sobre a tarefa realizada, percebendo o que poderiam melhorar e onde tiveram mais dificuldades, que corresponde à fase *Evaluate* (avaliar).

A fase *Extend* (ampliar) realizou-se, ou durante a exposição das conclusões dos alunos, ou após a entrega dos trabalhos, sobre a forma de resumo dos conteúdos abordados. Abordaram-se outros problemas com o objetivo de obter uma visão mais ampla do conhecimento conceptual adquirido e associado a outros contextos. Alguns dos resumos, foram realizados com o auxílio de uma apresentação em PowerPoint que se encontra em anexo. As aulas seguiram a estrutura acima descrita, sendo que a descrição individual das mesmas é apresentada seguidamente.

Quadro 3.2. - Descrição das tarefas realizadas.

Tarefa 1	A.L. 1.1 Absorção e emissão de radiação - 28 / 4
<p>1ª fase - Descrição por parte do professor dos objetivos da tarefa de investigação e realização por parte dos alunos do planeamento da atividade laboratorial com previsão de resultados e proposta de hipóteses de resposta à questão problema;</p> <p>2ª fase - Realização da atividade prática laboratorial por parte dos alunos, tratamento de resultados e discussão dos mesmos;</p> <p>3ª fase - Apresentação dos resultados à turma em forma de debate orientado pelo professor.</p>	
Tarefa 2	Energia do Sol para a Terra - 29 / 4
<p>1ª fase: Descrição por parte do professor dos objetivos da tarefa de investigação com uma introdução teórica com recurso a PowerPoint e realização por parte dos alunos de propostas de hipóteses de resposta à questão problema;</p> <p>2ª fase: Realização da tarefa investigativa, comparando as hipóteses colocadas com as conclusões obtidas;</p> <p>3ª fase: Apresentação das conclusões à turma em forma de debate orientado pelo professor com apresentação de uma síntese dos conceitos abordados com recurso a PowerPoint.</p>	

Tarefa 3	Leis de Stefan-Boltzmann e do deslocamento de Wien - 30 / 4 e 5 / 5
<p>1ª fase: Descrição por parte do professor dos objetivos da tarefa de investigação com uma introdução teórica com recurso a PowerPoint. Realização por parte dos alunos de propostas de hipóteses de resposta à questão problema;</p> <p>2ª fase: Realização da tarefa investigativa, comparando as hipóteses colocadas com as conclusões obtidas;</p> <p>3ª fase: Apresentação das conclusões à turma em forma de debate orientado pelo professor com apresentação de uma síntese dos conceitos abordados com recurso a PowerPoint.</p>	
Tarefa 4	A.L. 1.2 Energia elétrica fornecida por um painel fotovoltaico - 12 / 5
<p>1ª fase: Descrição por parte do professor dos objetivos da tarefa de investigação e realização por parte dos alunos do planeamento da atividade laboratorial com previsão de resultados e propostas de hipóteses de resposta à questão problema;</p> <p>2ª fase: Realização da atividade prática laboratorial por parte dos alunos, tratamento de resultados e discussão dos mesmos.</p> <p>3ª fase: Apresentação dos resultados à turma em forma de debate orientado pelo professor.</p>	
Tarefa 5	Balanço energético da Terra - 6 / 5
<p>1ª fase: Descrição por parte do professor dos objetivos da tarefa de investigação com uma introdução teórica com recurso a PowerPoint. Realização por parte dos alunos de propostas de hipóteses de resposta à questão problema;</p> <p>2ª fase: Realização da tarefa investigativa, comparando as hipóteses colocadas com as conclusões obtidas;</p> <p>3ª fase: Apresentação das conclusões à turma em forma de debate orientado pelo professor com apresentação de uma síntese dos conceitos abordados com recurso a PowerPoint.</p>	

As competências que se pretendia que os alunos mobilizassem em cada uma das aulas encontram-se discriminadas nas planificações que se encontram no anexo A.

3.4. Avaliação dos Alunos

A avaliação é parte integrante da prática letiva e depende da recolha sistemática de informações em todas as situações de aprendizagem, cujo objetivo é “promover aprendizagens específicas e, do modo como os alunos fizerem a sua integração resultará um determinado nível de aprendizagem” (Martins et al., 2001, p. 11).

Como a seleção de métodos e recursos varia com o tipo de aula ou situações de aprendizagem que estão a ser planificadas, para este caso específico de conjunto de aulas, focado nas tarefas de investigação, a prioridade em termos de avaliação recaiu na obtenção do máximo de elementos possível, não só ao nível das aprendizagens dos alunos, como também ao nível da autoavaliação dos mesmos relativamente ao trabalho realizado, já que a avaliar “não deve ser associado à ideia redutora de classificação” (Martins et al., 2001, p. 11), isto porque:

o sistema de avaliação deve incidir no desenvolvimento de competências que se considerem necessárias ao indivíduo do século XXI, constituindo ferramentas essenciais ao longo da vida social e profissional, permitindo-lhe saber ler e assimilar o conhecimento científico e interpretar informação técnica, avaliando o seu significado (Galvão et al., 2006, p. 59).

Desta forma, ao longo das tarefas, os alunos deveriam controlar as aprendizagens que estavam a realizar usando as indicações que o professor ia proporcionando, realizando adaptações, modificações ou pequenos ajustes às respostas dadas às questões colocadas. A avaliação deve ser realizada “no contexto natural das atividades a desenvolver pelos alunos” com o objetivo de proporcionar “conhecimento do nível de competências já alcançadas, com vista ao seu melhoramento” (Martins et al., 2001, p. 12).

Durante as aulas, foram recolhidos de forma contínua elementos de avaliação referentes às aprendizagens dos alunos, por forma a aferir as competências adquiridas como por exemplo, na demonstração da compreensão de ideias científicas, através da explicação por palavras próprias, na formulação de questões relativas a dados, e de

respostas variadas aos mesmos e ao comunicarem com os pares, as hipóteses propostas ou as conclusões a que chegaram, como referem Galvão et al. (2006):

A ênfase do ensino e da avaliação não pode estar apenas em como se faz ciência ou no conhecimento científico produzido, mas na demonstração da familiaridade com as ideias principais da ciência, na evidência de confiança para usar essas ideias para comunicar com audiências diferenciadas, e na demonstração da capacidade para assimilar e interpretar informação (p. 60).

Para além disso, as fichas de trabalho relativas às tarefas, entregues aos alunos foram baseadas em situações-problema, facilmente relacionáveis com o seu quotidiano, já que, “interessa não só verificar se os alunos compreendem o que uma ideia é, mas também porque é que ela é importante” (Galvão et. al., 2006, p. 60), o que facilita ao aluno a utilização de linguagem científica em situações variadas, uma vez que ganha um maior significado para o próprio.

Os elementos recolhidos consistiram nas repostas às questões das diferentes partes das tarefas e em anotações de sala de aula por parte do professor, durante a fase investigativa ou na fase final das tarefas. Os dados recolhidos através de instrumentos de avaliação e respetivos critérios, estão organizados em forma de tabela para cada uma das tarefas e para o conjunto das cinco tarefas que se encontram no anexo B.

Capítulo 4 - Métodos e procedimentos

Com o objetivo de dar resposta às questões orientadoras, foi realizado um trabalho de cariz investigativo, cuja fundamentação se apresenta neste capítulo, composto por quatro partes distintas. Primeiramente, pretende-se especificar e fundamentar a metodologia usada no estudo. De seguida, é realizada a contextualização dos participantes, ou seja, a caracterização dos alunos, da escola e da turma. Por fim, são justificados os instrumentos usados na recolha de dados e descrito o modo de os analisar, apresentando-se as categorias e subcategorias de análise utilizadas na apresentação de resultados.

4.1. Método de investigação

A metodologia utilizada é qualitativa, possibilitando um estudo pormenorizado e com profundidade.

Neste tipo de investigação, o investigador realiza observações em primeira mão das atividades e interações, às vezes participando pessoalmente nas mesmas como observador participante (Patton, 2002, p. 4). Trata-se de investigar os fenómenos em toda a sua multiplicidade e em contexto natural, daí a sua realização no próprio local de estudo devido à importância do contexto do objeto de estudo, partindo do seu ponto de vista.

A investigação qualitativa não tem uma abordagem rígida de análise, é antes um processo interpretativo, dinâmico e de fluxo livre (Corbin & Strauss, 2015). Bogdan & Biklen (2006, p.2) referem ainda que os dados recolhidos neste tipo de investigação podem ser considerados ricos em descrições de pessoas, lugares e conversações, sendo por isso difíceis de manusear através de procedimentos estatísticos. As questões de investigação não são enquadradas em variáveis operacionais, mas sim formuladas para investigar tópicos em toda a sua complexidade e contexto, deixando para segundo plano influências externas. No contexto da Educação, a pesquisa qualitativa é frequentemente denominada por naturalista, porque o investigador frequenta os locais

onde ocorrem naturalmente os fenómenos que pretende estudar (Bogdan & Biklen, 2006).

Para Corbin e Strauss (2015), as principais características de um investigador qualitativo são: uma inclinação humanista; a curiosidade; a criatividade e a imaginação; um sentido lógico; a habilidade de reconhecer variáveis mas também regularidades; uma certa vontade de correr riscos; a habilidade de viver com ambiguidades e de trabalhar através de problemas no terreno; a aceitação do próprio como instrumento de pesquisa e, por fim, a confiança em si próprio e a habilidade de ver valor no trabalho que é produzido.

Tendo em conta estas características, é importante também perceber o que leva muitos investigadores a optar por uma vertente qualitativa, em detrimento de uma abordagem quantitativa.

A palavra teoria é usada de diversas formas. Entre os investigadores quantitativos em educação, o seu uso é por vezes restrito a um conjunto de proposições acerca do mundo empírico, sistematicamente declaradas e testadas. Quando um investigador qualitativo se refere a uma orientação teórica ou perspetiva teórica, refere-se a uma forma de ver o mundo e as assunções que as próprias pessoas têm acerca do que é importante e do que faz o mundo funcionar (Bogdan & Biklen, 2006, p. 24). Os investigadores qualitativos são atraídos pela natureza fluída, evolutiva e dinâmica desta abordagem, em oposição aos projetos mais estruturados dos métodos quantitativos. As estatísticas podem ser interessantes, mas as infinitas possibilidades de aprender sobre a resposta humana e a serendipidade nas descobertas são fatores que atraem os investigadores qualitativos que não querem perder a oportunidade de se conectarem com os participantes da pesquisa e conhecer o mundo do ponto de vista deles (Corbin & Strauss, 2015).

Este estudo é maioritariamente interpretativo, já que a recolha de dados se foca principalmente na produção escrita e na observação, características de investigações qualitativas. O tratamento de dados relativos ao uso de questionários poderá ser considerado a componente menor e de carácter quantitativo que no entanto, terá uma abordagem também interpretativa.

4.2. Participantes no estudo

A escola no qual se realizou o estudo situa-se no concelho de Sintra, sendo a sede de um agrupamento de escolas constituído por mais quatro escolas. Está localizada numa zona bastante urbanizada, com variados espaços verdes nas imediações, tendo uma população escolar de cerca de 1500 alunos do 7.º ao 12.º ano de escolaridade.

Aos alunos é disponibilizada uma biblioteca com centro de recursos, duas salas de informática, refeitório com sala de convívio, um campo de jogos e um pavilhão gimnodesportivo possibilitando as diferentes dinâmicas da escola e a concretização do seu projeto educativo. Relativamente ao ensino-aprendizagem, destacam-se os laboratórios de Física e de Química, devidamente equipados com os materiais e equipamentos necessários à lecionação de aulas práticas e salas de aula com projetor e boas condições, tanto para professores como alunos.

Os alunos participantes neste estudo frequentam o 10.º ano de escolaridade e pertencem a uma turma constituída por 29 alunos, provenientes maioritariamente da classe média, 15 do sexo feminino e 14 do sexo masculino. A média de idades situa-se entre os 15 e os 16 anos; durante a aplicação das tarefas demonstraram, em termos gerais, bastante interesse, motivação e empenho na disciplina de Física e Química A.

4.3. Instrumentos de recolha de dados

Uma das vantagens da pesquisa qualitativa, em geral, é que permite diferentes fontes de recolha de dados (Corbin & Strauss, 2015, p. 57). Os instrumentos de recolha de dados utilizados no decurso deste trabalho de cariz investigativo são a observação naturalista, produção escrita (respostas dos alunos às questões das tarefas de investigação) e o questionário. De seguida, descrevem-se os instrumentos de recolha de dados individualmente.

Observação naturalista

A observação, segundo Patton (2002), é muito subjetiva: diferentes pessoas, ao observarem a mesma situação ou objeto, terão diferentes visões, dependentes dos seus interesses, cultura, conceitos predefinidos ou antecedentes; por isso é muito importante a percepção da investigação científica usando métodos de observação e requerendo treino disciplinado e uma preparação rigorosa.

A razão pela qual a observação naturalista é tão importante reside no facto de geralmente serem encontradas incongruências entre o que uma pessoa diz que faz e o que faz na realidade. A única maneira de ter a certeza dos factos é através da observação naturalista (Corbin & Strauss, 2015).

Há também que levar em conta que existem dois tipos de notas de campo baseadas na observação naturalista: temos a observação do tipo descritivo, em que a preocupação é fornecer uma imagem com palavras da situação em estudo e das pessoas e das suas ações como observado; para além desta, temos a observação do tipo reflexivo, em que o foco está nas informações relativas ao estado de espírito, preocupações e ideias do observador (Bogdan & Biklen, 2006).

A observação realizada neste estudo foi do tipo naturalista, uma vez que decorreu no ambiente do objeto de estudo e recorrendo a notas de campo. O tipo de observação foi preferencialmente do tipo reflexivo, pois resultou em grande parte da reflexão feita pelo investigador após as aulas relativamente às conversas, atitudes e respostas dos alunos durante a realização das tarefas de investigação.

Produção escrita

A produção escrita é um método de recolha de dados muito utilizado em investigação qualitativa, já que pode abranger uma grande variedade de soluções e fornecer informação relevante ao investigador. No entanto, a sua definição varia entre os diferentes autores.

Para Patton (2002), os documentos escritos demonstram ser uma mais-valia, não apenas pelo que se pode aprender diretamente através deles, mas também porque podem servir de estímulo para diferentes orientações de uma investigação que podem ser seguidos apenas através da observação. Patton (2002) indica ainda que um

documento escrito pode aparecer de diferentes formas: registos, documentos variados, arquivos, trabalhos escolares, cartas, brochuras, memorandos ou relatórios anuais, fazendo a distinção clara entre documentos oficiais e privados. Estes documentos providenciam ao investigador muita informação que não é passível de ser observada.

Já Bogdan e Biklen (2006, p. 134) referem que documentos escritos são materiais escritos por intervenientes do estudo. Através da solicitação de uma produção escrita, que traz a vantagem do investigador poder direccionar o seu foco, de acordo com o que está a investigar. Outra possibilidade é através de documentos não solicitados, como diários pessoais, cartas, autobiografias, documentos oficiais ou documentos de cultura popular. De entre os documentos não solicitados pode-se destacar os documentos oficiais, como o projeto educativo de uma escola, exemplo de uma comunicação com o exterior da escola, ou como exemplo de uma comunicação interna, os registos biográficos dos alunos, ou mesmo relatórios psicológicos.

Aprender a usar, estudar, e entender documentos e arquivos faz parte do repertório de competências necessárias para a investigação qualitativa (Patton, 2002, p. 295). Neste trabalho de investigação, os documentos escritos representam a principal fonte de informação. Estes foram produzidos pelos alunos em grupos de 4 a 5 elementos durante a realização das tarefas de investigação e individualmente em resposta a questões colocadas no final de cada tarefa de investigação e no final do conjunto de tarefas de investigação que realizaram, na forma de reflexão. Estes registos foram recolhidos pelo professor no final de cada uma das aulas e servem o objetivo de comprovar as respostas às questões em estudo.

Questionário

Devido à impossibilidade de realizar entrevistas aos alunos, foram aplicados dois questionários aos alunos, um de resposta aberta, como substituto à realização das entrevistas individuais e outro de resposta fechada através da seleção de um valor de 1 a 5. As respostas ao questionário de resposta fechadas foram alvo de um tratamento estatístico, isto porque os dados estatísticos também podem servir como uma verificação das ideias desenvolvidas durante a pesquisa (Bogdan & Biklen, 2006).

No entanto, na análise qualitativa, há uma inflexibilidade relativamente a não analisar dados quantitativos pelo seu valor nominal. Consideram-se os processos sociais envolvidos na recolha de dados numéricos e os efeitos da quantificação sobre como as pessoas pensam e agem como sujeitos importantes para o estudo (Bogdan & Biklen, 2006).

Ambos os questionários foram aplicados no final da realização das tarefas de investigação e encontram-se no anexo C.

4.4. Análise de dados

Uma vez realizada a recolha de dados, o investigador fica com um conjunto de informações na sua posse, que terá de analisar. Estas resultam dos instrumentos de recolha de dados que, como referido, são a observação naturalista e os documentos escritos, tanto na forma de respostas às perguntas referentes às tarefas em si, como às questões colocadas no final de cada tarefa e no final do conjunto das tarefas.

Com o objetivo de sintetizar e dar sentido aos dados recolhidos, procedeu-se a uma organização e simplificação dos mesmos. Isto porque a sua análise pressupõe várias etapas, como a sua condensação, organização e divisão em secções modificáveis, por forma a encontrar padrões e assim facilitando a decisão sobre o que se quer transmitir aos outros (Bogdan & Biklen, 2006). Assim, é possibilitada uma análise apropriada dos dados e a obtenção de respostas às questões que guiam a investigação.

O desenvolvimento de uma lista de categorias após a recolha de dados, de maneira a classificá-los metodicamente, é um passo crucial na análise de dados (Bogdan & Biklen, 2006). De seguida, são apresentados quadros esquemáticos, onde são descritas as categorias que resultaram do processo de análise dos dados recolhidos, de acordo com as questões de investigação.

A primeira é relativa às aprendizagens realizadas pelos alunos durante a realização das tarefas de investigação, tendo sido organizadas em três subcategorias.

Quadro 4.1. - Subcategorias de análise relativas às aprendizagens desenvolvidas durante a realização das tarefas de investigação.

Categoria	
Aprendizagens desenvolvidas durante a realização das tarefas de investigação	
Subcategorias	
Competências de conhecimento processual	Pesquisa de informação
	Planificar experiências
	Formular hipóteses
	Equações algébricas
Competências de conhecimento conceptual	Absorção e emissão de radiação
	Corpo negro e leis de Stefan-Boltzmann e de Wien
	Efeito de estufa
	Balanço energético da Terra
Competências atitudinais, sociais e axiológicas	Trabalho em grupo
	Situações do quotidiano

A segunda categoria refere-se às dificuldades sentidas pelos alunos nas tarefas de investigação, também organizadas nas mesmas três subcategorias e usando os mesmos instrumentos de recolha de dados referidos anteriormente.

Quadro 4.2. - Subcategorias de análise relativas às dificuldades sentidas pelos alunos nas tarefas de investigação.

Categoria	
Dificuldades sentidas pelos alunos nas tarefas de investigação	
Subcategorias	
Competências de conhecimento processual	Compreender as questões colocadas
	Formular hipóteses explicativas
	Aplicar a informação disponibilizada para responder às questões
	Aplicar expressões numéricas e operações matemáticas
	Interpretar representações gráficas
Competências de conhecimento conceptual	Relação entre a radiação incidente e a variação da temperatura
	Balço energético da Terra
	Temperatura de um corpo e a radiação emitida
	Lei de Stefan-Boltzman
	Relação entre a potência e resistência num circuito com um painel fotovoltaico instalado
Competências atitudinais, sociais e axiológicas	Trabalho em grupo

A terceira e última, que se refere à avaliação dos alunos acerca das aulas em que foram desenvolvidas as tarefas de investigação, não foi organizada em subcategorias.

Capítulo 5 - Resultados

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos durante a aplicação das tarefas de investigação. Os mesmos foram obtidos no âmbito da prática de ensino supervisionada e estão organizados em três secções: aprendizagens desenvolvidas durante a realização das tarefas de investigação; dificuldades sentidas pelos alunos nas tarefas de investigação e avaliação que os alunos fazem das tarefas de investigação.

5.1. Aprendizagens desenvolvidas durante a realização das tarefas de investigação

Os dados recolhidos relativos às aprendizagens desenvolvidas durante o envolvimento dos alunos nas tarefas de investigação foram organizados em três categorias: competências de conhecimento processual; competências de conhecimento conceptual e, por fim competências atitudinais, sociais e axiológicas. Para cada uma das categorias referidas, descrevem-se os resultados obtidos, sendo que cada categoria está dividida em diferentes subcategorias.

Competências de conhecimento processual

. Pesquisa de informação

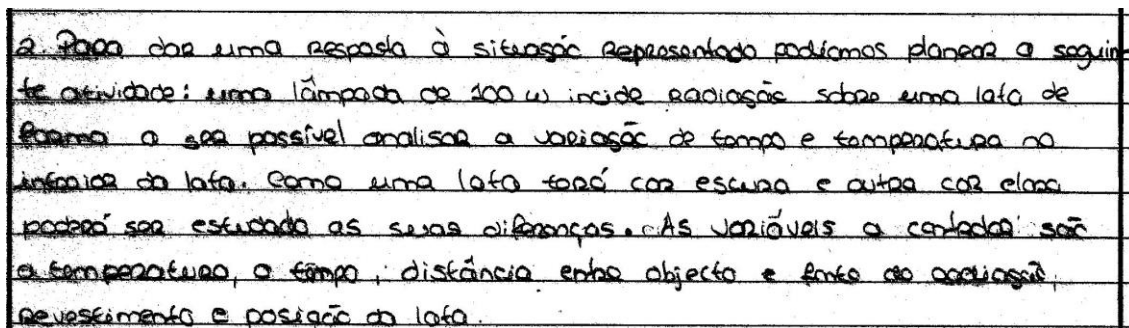
Ao longo da realização das tarefas, os alunos mobilizaram competências de conhecimento processual, como a pesquisa de informação no manual, como forma de responder às questões colocadas durante as tarefas. É possível constatar a mobilização dessas competências nas respostas dadas pelos alunos no questionário aberto aplicado no final da unidade lecionada, o aluno 22 referiu: “Com este tipo de tarefas aprendi a pensar antes de responder e desenvolvi a minha capacidade de aprender a pesquisar no manual e nos textos fornecidos pelo que procuro”. De entre os vários exemplos

possíveis, este é representativo da importância que os alunos deram à pesquisa de informação no manual.

Outro exemplo, foi a referência por parte dos alunos, no mesmo questionário, à pesquisa relativa ao funcionamento dos painéis fotovoltaicos, como referiram os seguintes alunos: “Consegui também perceber o funcionamento dos coletores solares e dos painéis fotovoltaicos” (aluno 6) e “Aprendi que as estrelas são corpos que emitem radiação e que essa radiação pode ser convertida em energia elétrica”, (aluno 28). Durante a realização da tarefa 4, foi pedido aos alunos que fizessem uma investigação relativa ao funcionamento e diferenças entre painéis fotovoltaicos e coletores solares. Estes exemplos demonstram que os alunos realizaram aprendizagens ou reforçaram os seus conhecimentos ao pesquisarem informação relativamente ao tema pedido.

. Planificar experiências

Durante as tarefas de investigação foi pedido aos alunos que planificassem atividades experimentais, de forma a responder a questões problema. Os seguintes exemplos de planificação estão muito próximos daquilo que era pretendido inicialmente:



A. Para dar uma resposta à situação representada podemos planear a seguinte atividade: uma lâmpada de 100 W incide radiação sobre uma lata de esmalte. É possível analisar a variação de tempo e temperatura na superfície da lata. Como uma lata pode ser escura e outra com esmalte poderá ser estudada as suas diferenças. As variáveis a controlar são a temperatura, o tempo, distância entre objecto e fonte de radiação, revestimento e posição da lata.

(Registo escrito, t1, g6)

No texto introdutório da tarefa, os alunos eram questionados relativamente ao facto das casas no Alentejo serem na sua maioria pintadas de branco. Para responder à questão, os alunos planificaram uma experiência em que conseguiram identificar as variáveis a controlar durante a atividade, nomeadamente a temperatura, o tempo, a potência da lâmpada, a constituição e cor das latas, a posição das mesmas e a distância entre as latas e a lâmpada com o objetivo de diferenciar a interação da radiação com as latas preta e branca.

② A lâmpada tem que estar sempre à mesma distância do painel fotovoltaico e a incidir sempre com o mesmo ângulo (90°)

As lâmpadas têm que estar todas com a mesma intensidade.

O amperímetro e o voltímetro têm que estar bem montados.

As variáveis que vamos ter que controlar ^{na} a lâmpada, o painel e a distância do painel

A variável que vamos fazer variar é a resistência.

(Registo escrito, t4, g7)

Neste caso, o objetivo era determinar o rendimento máximo do painel fotovoltaico. Os alunos voltaram a identificar as variáveis a controlar, a potência da lâmpada, a área do painel fotovoltaico, o ângulo de incidência da radiação, a distância entre a lâmpada e o painel fotovoltaico e a resistência total do circuito que era a grandeza, para a qual tinham que determinar o valor ótimo.

Durante as tarefas, a maior parte dos alunos conseguiu fazer planificações adequadas à situação que lhes era proposta. Estes dois exemplos mostram planificações, que representam competências desenvolvidas ou demonstradas durante a realização das mesmas.

. Formular hipóteses

Foi também pedido aos alunos que mobilizassem competências que lhes permitissem formular hipóteses explicativas para as questões problema que lhes eram colocadas. Seguidamente, demonstram-se alguns exemplos em que os alunos constituintes de alguns grupos, conseguiram propor hipóteses fundamentadas.

4. SABEMOS QUE OS CORPOS EMITEM E ABSORVEM RADIAÇÃO. QUANDO ABSORVEM TENDEM A ELEVAR A SUA TEMPERATURA, QUANDO EMITEM A SUA TEMPERATURA IRÁ DIMINUIR.

SENDO QUE O SOL EMITE RADIAÇÃO QUE A TERRA IRÁ POSTERIORMENTE ABSORVER AS TAXAS DE ABSORÇÃO E EMISSÃO DE RADIAÇÃO TERÃO DE SER EQUIVALENTES PARA A TEMPERATURA SE MANTENHA CONSTANTE.

(Registro escrito, t2, g8)

A hipótese colocada por este grupo mostra como relacionam corretamente os fenômenos de emissão e absorção de radiação com a variação da temperatura, aplicados ao planeta Terra como era pedido, evidenciando competências na formulação de hipóteses.

2- O valor obtido foi de -18°C , no entanto a temperatura média da superfície da Terra é de 15°C (valor obtido por medição direta). Isto acontece devido ao efeito de estufa na atmosfera que retém parte da radiação emitida pela superfície terrestre nunca deixando sair para o espaço. Quanto mais dióxido de carbono existir na Terra maior será o efeito de estufa e por isso mais radiação será retida pela atmosfera.

(Registro escrito, t5, g6)

2) A temperatura teórica é mais baixa (-18°C) do que a temperatura real (15°C). Essa diferença deve-se principalmente ao efeito de estufa, por certos gases existentes na atmosfera, nomeadamente CO_2 , que retém a radiação emitida pela Terra.

(Registro escrito, t5, g7)

Nos dois exemplos apresentados, os alunos, após calcularem a temperatura teórica da Terra, levando apenas em conta a intensidade da radiação solar incidente, conseguiram formular uma hipótese para a diferença entre o valor teórico e real.

O facto de os alunos conseguirem formular hipóteses é também de extrema importância no estudo de fenómenos físicos, como os apresentados nas tarefas, mas nem sempre é conseguido devido à sua dificuldade em relacionar conceitos. Os registos apresentados são exemplos em que os alunos demonstraram aprendizagens, relativamente a esta competência.

. Equações algébricas

Ficou registada nas respostas dos alunos, o uso de equações algébricas e operações matemáticas quando assim foi necessário para responder a questões colocadas. Na tarefa 3, quando calcularam o valor teórico da temperatura da Terra e na tarefa 5, onde foi pedido para calcularem a temperatura do Sol, sendo os seguintes, os exemplos:

$$\begin{aligned}
 1. \quad I &= \epsilon \sigma T^4 \quad \Rightarrow \quad 240 = 1 \times 5,67 \times 10^{-8} \times T^4 \\
 \Rightarrow \quad 240 &= 5,67 \times 10^{-8} \times T^4 \quad \Rightarrow \quad \frac{240}{5,67 \times 10^{-8}} = T^4 \quad \Rightarrow \quad T^4 = 4,232 \times 10^9 \quad \Rightarrow \\
 \Rightarrow \quad T &= (4,232 \times 10^9)^{\frac{1}{4}} \quad \Rightarrow \quad T = 255 \\
 255 \text{ K} &= -18^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

(Registo escrito, t5, g3)

$$\textcircled{1} \quad P = e \sigma A T^4 \quad \frac{P}{A} = I \quad \Rightarrow \quad \frac{P}{A} = 240$$

$$240 = 1 \times 5,67 \times 10^{-8} \times$$

$$\boxed{\frac{P}{A} = e \sigma T^4}$$

A Terra vai absorver a radiação proveniente do sol, cuja intensidade = 240 W/m^2 .

$$\frac{P}{A} = e \sigma T^4 \quad \Rightarrow \quad 240 = 1 \times 5,67 \times 10^{-8} \times T^4$$

$$\Rightarrow 240 = 5,67 \times 10^{-8} \times T^4 \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{240}{5,67 \times 10^{-8}} = T^4 \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4,23 \times 10^9 = T^4 \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = \sqrt[4]{4,23 \times 10^9}$$

$$\Rightarrow T = 255,03 \text{ K}$$

$$\Rightarrow \theta = -18,12 \text{ } ^\circ\text{C}$$

* Visto que a Terra está em equilíbrio térmico, a energia absorvida vai ser a mesma emitida, obedecendo, assim, à lei de Stefan-Boltzmann.

(Registo escrito, t5, g7)

Os alunos revelaram aprendizagens ao nível da aplicação de equações algébricas, quando usaram a lei de Stefan-Boltzmann para calcular a temperatura teórica da Terra através dos dados fornecidos, diferenciando os conceitos de intensidade da radiação e potência da radiação.

Parte II

$$R = 6,95 \times 10^8 \text{ km} = 6,95 \times 10^8 \text{ m} \quad A_0 = 4\pi R^2$$

$$1. \quad P = e \sigma A T^4$$

$$3,86 \times 10^{24} = 1 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 6,07 \times 10^{18} \times T^4 \quad \Rightarrow A_0 = 6,07 \times 10^{18} \text{ m}^2$$

$$3,86 \times 10^{24} = 3,44 \times 10^{11} \times T^4$$

$$\Rightarrow T^4 = \frac{3,86 \times 10^{24}}{3,44 \times 10^{11}}$$

$$\Rightarrow T^4 = 1,12 \times 10^{13}$$

$$\Rightarrow T = \sqrt[4]{1,12 \times 10^{13}}$$

$$\Rightarrow T = 5778,5 \text{ K}$$

$$\lambda_{\text{max}} = \frac{B}{T} \quad \Rightarrow 3,86 \times 10^{24} = \frac{2,898 \times 10^{-3}}{T} \quad \Rightarrow T = \frac{2,898 \times 10^{-3}}{500 \times 10^{-9}}$$

$$\Rightarrow T = 5796 \text{ K} \quad \text{O valor calculado está próximo do esperado}$$

(Registo escrito, t3, g7)

No exemplo apresentado, os alunos calcularam a temperatura do Sol através de duas expressões: a lei de Wien, para determinar o comprimento de onda de intensidade máxima para a radiação emitida pelo Sol e a lei de Stefan-Boltzmann, para calcular a temperatura à superfície do Sol tendo primeiramente que calcular a área da sua superfície esférica. Os registos apresentados são mais exemplos de competências desenvolvidas ou demonstradas durante a realização das tarefas.

Competências de conhecimento conceptual

Relativamente a esta categoria, as aprendizagens realizadas são comprovadas, tanto através das respostas dadas pelos alunos ao questionário individual aplicado no final da unidade, como nas respostas às perguntas das próprias tarefas.

. Absorção e emissão de radiação

Um exemplo foi a aplicação dos conceitos de absorção e emissão de radiação que pôde ser comprovada através das respostas dadas pelos alunos ao questionário aberto aplicado no final da unidade, o aluno 2 referiu: “Com este tipo de tarefas percebi bem a absorção e emissão de radiação, que foi das matérias que mais gostei” , o aluno 6: “Com estas tarefas adquiri alguns conhecimentos acerca da radiação, corpos negros, absorção e emissão de radiação” e o aluno 13: “Com estas tarefas aprendemos sobre a absorção e emissão de radiação”

Também nas seguintes respostas à questão 6 da tarefa 1 se podem comprovar estas aprendizagens.

Podemos concluir que a cor que absorve melhor a radiação é o preto escuro e a que absorve menor radiação é a branca. De acordo com o gráfico, a cor preta brilhante absorve mais radiação que a prateada e menos que o preto escuro. Isto acontece porque quanto mais escura e opaca o material maior a absorção do material. E as cores claras (branco e brilhante) apesar de absorverem radiação, refletem mais do que absorvem.

(Registo escrito, t1, g1)

6. concluímos que a lata preta boca, foi a lata que mais energia absorveu, por ter havido um aumento de temperatura maior que as outras latas.

Ambas as latas brancas e prateada absorveram pouca energia tendo um aumento de temperatura menor.

Quanto mais rápida for a absorção da lata, mais rápidas não ser as perdas de energia.

De acordo com a mesma resposta na pergunta 3, a lata branca, foi a lata que registou a temperatura mais baixa.

(Registo escrito, t1, g3)

Conclusão:

Concluímos que quem absorve mais energia, e por sua vez, aquece mais, é a lata preta boca, esta atingiu a temperatura máxima de cerca de 37°C . De seguida, encontra-se a nossa lata, a lata preta brilhante que atingiu a temperatura máxima de $32,0^{\circ}\text{C}$. A lata prateada foi a que absorveu menos energia, por isso, foi a que aqueceu menos, atingiu uma temperatura máxima de $2,0^{\circ}\text{C}$. A branca foi a que absorveu menos energia, e por isso foi a que refletiu mais, a temperatura máxima atingida foi $24,0^{\circ}\text{C}$. Quanto mais

(Registo escrito, t1, g4)

6. Era expectável que a lata a preta boca fosse a lata que elevasse mais a sua temperatura, no entanto isso não aconteceu a lata preta brilhante atingiu uma temperatura mais elevada, este erro pode ser devido ao tipo de material ou revestida a lata. Conseguimos também observar que concluímos então que as latas ~~absorvem mais~~ cuja a elevação de temperatura são menor são a branca e a prateada pois refletem mais a radiação.

(Registo escrito, t1, g8)

Nas respostas, os alunos demonstraram compreender os conceitos de absorção e emissão de radiação e a sua relação com a cor das latas e com as suas respetivas variações de temperatura.

. Corpo negro e leis de Stefan-Boltzmann e de Wien

Um conceito central da unidade lecionada foi o conceito de Corpo Negro e consequentemente as leis de Stefan-Boltzmann e do deslocamento de Wien. A sua utilização é demonstrada nas respostas dadas pelos alunos ao questionário aberto aplicado no final da unidade, o aluno 3 indicou: “Com estas tarefas aprendi bastantes coisas, entre elas, que um corpo negro é um perfeito absorsor e emissor, ou seja, absorve e emite toda a radiação”, o aluno 5: “Com a realização deste tipo e tarefas aprendi a aplicar a lei de Stefa-Boltzmann e Wien”, o aluno 7: “Com este tipo de tarefas aprendemos, a lei de Stefan-Boltzmann e do deslocamento de Wien” e o aluno 18: “Realizei várias aprendizagens como a lei de Stefan-Boltzmann e do deslocamento de Wien”

Também nas respostas às questões da tarefa 3 se pode verificar as aprendizagens relativamente a esta subcategoria, onde o seguinte grupo responde da seguinte forma.

1. O corpo negro é um corpo teórico proposto por Gustav Kirchhoff. Este corpo é caracterizado como perfeito porque absorve toda a radiação que nele incide bem como pode emitir essa radiação dependendo apenas da temperatura e da frequência da energia emitida.

A lei de Stefan-Boltzmann determina que a temperatura de um corpo é proporcional a quarta potência da ^{sua} temperatura absoluta.

A diferença entre o corpo negro e o corpo real é a sua emissividade compreendida entre 0 e 1.

A lei de Wien permite determinar facilmente a temperatura de um corpo conhecendo o seu espectro de radiação desde que os comprimentos de onda sejam reduzidos porque a temperatura irá ser inversamente proporcional ao comprimento de onda máximo de um corpo. O que acontece com o corpo negro.

(Registo escrito, t3, g6)

Os conceitos de absorção e emissão de radiação, de Corpo Negro e consequentemente as leis de Stefan-Boltzmann e do deslocamento de Wien, como referido anteriormente, eram de grande importância para a unidade lecionada. Quando foi pedido para definirem os conceitos e a sua relação com as leis referidas, é possível constatar através deste exemplo que os alunos, compreenderam a sua importância e conseguiram mobilizar estes conceitos por forma a responder à questão colocada.

. Efeito de estufa

O efeito de estufa que foi abordado durante a tarefa 5 é referido no questionário aberto aplicado no final da unidade pelo aluno 12 que indicou: “Com as diversas atividades realizadas aprendemos diversas matérias, tais como: O funcionamento do efeito de estufa”. Apesar de não explicar o fenómeno, o aluno demonstrou conhecimento do mesmo.

. Balanço energético da Terra

O balanço energético da Terra que foi um conteúdo referido em praticamente todas as tarefas e é referido por vários alunos no questionário aberto aplicado no final da unidade como atestam os seguintes exemplos, o aluno 7: “Com este tipo de tarefas aprendemos o balanço energético da Terra.”, o aluno 10: “Com estas tarefas aprendi mais sobre a radiação e o balanço energético da Terra” e o aluno 12: “Com as diversas atividades realizadas aprendemos diversas matérias, tais como: O balanço energético da Terra”.

Nas respostas dadas no final de cada tarefa, também foi possível demonstrar as aprendizagens realizadas relativamente a esta subcategoria como na seguinte resposta a uma pergunta da tarefa 2.

ISTO DEVE-SE AO FACTO DA TERRA
ESTAR PERMANENTEMENTE A RECEBER
ENERGIA PROVENIENTE DO SOL, NO ENTANTO
TODOS CORPOS ALÉM DE RECEPTORES
DE ENERGIA SÃO TAMBÉM EMISSORES.
OU SEJA, A TERRA EMITE EXATA-
MENTE A MESMA QUANTIDADE DE ENER-
GIA QUE RECEBE. SABE-SE NO ENTANTO
QUE A ENERGIA QUE A TERRA RECEBE
É MAIS CONCENTRADA QUE A QUE EMITE.

(Registo escrito, t2, g8)

Com este exemplo, demonstrou-se que os alunos conseguiram perceber a importância deste conteúdo e o papel central que o mesmo tem na unidade lecionada. Verifica-se que relacionaram os conceitos de emissão e absorção de radiação com o conceito de equilíbrio térmico como forma de explicar o balanço energético da Terra.

Competências atitudinais, sociais e axiológicas

Nesta categoria identificaram-se duas subcategorias, que foram o trabalho em grupo e a associação dos conteúdos abordados com situações do quotidiano.

. Trabalho em grupo

Relativamente ao trabalho em grupo vários alunos referiram esta competência no inquérito aberto aplicado no final da unidade lecionada sendo exemplos o aluno 1: “o facto de ser em grupo fez com que fosse mais fácil a troca de ideias”, o aluno 5: “Com a realização deste tipo de tarefas aprendi a trabalhar melhor em grupo”, o aluno 19: “Aprendi a trabalhar em grupo, apesar e o meu grupo não ser muito de trocar ideias e respostas”, o aluno 20: “Aprendi a trabalhar melhor em grupo” e o aluno 31: “Aprendi com este tipo de tarefas a colaborar em grupo”.

Fica demonstrado nestes exemplos, a importância que os alunos dão ao trabalho em grupo na realização de tarefas e a motivação que extra que lhes traz na realização das mesmas, apesar das dificuldades associadas a este tipo de competência.

. Situações do quotidiano

Relativamente à associação dos conteúdos abordados com situações do quotidiano, apenas um aluno referiu esta competência no questionário aplicado no final da unidade lecionada onde o aluno 24 escreveu: “Aprendi o que a matéria de Física nos pode ajudar a perceber algumas situações do dia-a-dia”

Apesar deste único exemplo, vários grupos conseguiram fazer esta associação nas respostas entregues no final de cada tarefa.

1- A cor branca é uma cor que não absorve nenhuma radiação, por exemplo a cor preta é o inverso da branca, ou seja, absorve todas as radiações por isso é uma cor bastante quente.

No Alentejo, existe muito calor no verão, e por isso, para as casas não aquecerem muito, escolhe-se o branco para pintar as casas porque essa cor não absorve nenhuma radiação; e por sinal, não aquecer.

(Registo escrito, t1, g4)

Para quem vive numa zona quente do país, acaba por comprar um casaco de uma cor clara do que um casaco com uma cor escura, pois reflete mais a radiação. Num dia de calor, uma pessoa opta sempre por vestir uma peça de roupa clara do que uma escura pelo facto de esta absorver mais radiação solar. As cores escuras absorvem grande energia mas também emitem.

(Registo escrito, t1, g7)

Estes dois exemplos demonstram que os alunos associaram os conteúdos abordados com situações do quotidiano ao perceberem a razão pela qual as casas são pintadas de branco no Alentejo.

2. O espectro contínuo de uma estrela onde predomine a cor vermelha indica uma temperatura superficial menor que a de uma estrela onde predomine o azul porque o comprimento de onda ^{máximo} é menor de acordo com as radiações que emite.

(Registo escrito, t3, g6)

Demonstra-se com este exemplo a aprendizagem realizada relativamente à cor de uma estrela e a sua temperatura superficial.

2. É mais apropriado construir centrais elétricas fotovoltaicas no sul de Portugal, como por exemplo, Évora e Beja, pelo facto de serem as cidades com maior insolação média de insolação.

(Registo escrito, t4, g4)

II Apesar do Sol, há 300 milhões, emitir apenas 45% da radiação que emite atualmente a sua temp. Era mais elevada pois os gases em que era rica a atmosfera (dióxido de carbono e amoníaco) dificultavam a dissipação da temperatura Terrestre, o que era feito de estufa.

(Registo escrito, t5, g5)

Nos dois últimos exemplos apresentados verifica-se a relação que os alunos fazem com conceitos que afetam o seu quotidiano como os locais ideais para instalar centrais fotovoltaicas e as causas do efeito de estufa.

A relação entre os conteúdos abordados e o quotidiano dos alunos é de extrema importância, para que seja possível que os alunos consigam dar um significado mais concreto aos conteúdos que são abordados em sala de aula. Os exemplos são relativos a praticamente todas as tarefas e demonstram que esta relação foi conseguida por muitos alunos durante a realização das várias tarefas.

5.2. Dificuldades sentidas pelos alunos nas tarefas de investigação

Os dados recolhidos relativos às dificuldades apresentadas pelos alunos durante a sua participação em tarefas de investigação foram também organizados em três categorias: uma categoria relativa às competências de conhecimento processual, outra relativa às competências de conhecimento conceptual, e por fim, às competências atitudinais, sociais e axiológicas.

Para cada uma das categorias referidas, descrevem-se os resultados obtidos, sendo que cada categoria está dividida em subcategorias.

Competências de conhecimento processual

. Compreender as questões colocadas

Ao longo da aplicação das tarefas, os alunos apresentaram dificuldades ao nível das suas competências de conhecimento processual, como por exemplo, ao não compreender as questões colocadas, como pode ser comprovado pelas respostas dadas pelos alunos às perguntas colocadas no inquérito aberto aplicado no final da unidade como por exemplo, o aluno 11 que escreveu: “Senti dificuldades em perceber as atividades no início após ler os textos da parte I...” e o aluno 13 que referiu: “Tive dificuldades a responder em algumas perguntas...”

Estes exemplos estão de acordo com as evidências registadas, onde alguns alunos referem que não estão habituados às questões colocadas ou à forma como são colocadas, uma vez que não estão acostumados a realizar tarefas de investigação.

. Formular hipóteses explicativas

Uma das competências que era pedida aos alunos que mobilizassem, durante a realização das tarefas, era a formulação de hipóteses explicativas antes de realizarem a pesquisa no manual e nos materiais de apoio. Algumas das dificuldades sentidas pelos alunos são demonstradas nas seguintes respostas dadas ao questionário aberto aplicado no final da unidade como o aluno 16 que escreveu: “o facto de as atividades serem relativas a matéria não lecionada causou imensas dificuldades nomeadamente nas questões de formular hipóteses explicativas.” e o aluno 22 que escreveu: “No início as tarefas pareciam sempre difíceis porque eram matérias ainda não dadas...”

Nos registos escritos seguintes, são demonstradas as dificuldades sentidas pelos alunos durante a realização da tarefa 2.

1. A maior parte da energia é absorvida antes de chegar à Terra, pagando com que seja pouca a energia absorvida pelos corpos. Existe mais energia a ser absorvida pela superfície da Terra do que os corpos que nela se encontram por isso é que não aumenta a temperatura.

(Registo escrito, t2, g3)

Isto acontece, porque nem toda a energia emitida pelo sol é imediatamente absorvida, ou seja, a maior parte da energia é absorvida por vários componentes e quando deixa de ser possível a sua absorção, é refletida. Daí a temperatura da Terra se manter constante.

(Registo escrito, t2, g6)

Estes exemplos demonstram a dificuldade que os alunos apresentam ao escrever as hipóteses que pretendem propor. Isto acontece principalmente no início das tarefas, quando ainda lhes foi dada pouca informação relativamente ao conteúdo abordado e lhes é pedido para propor hipóteses explicativas de questões problema. De acordo com as evidências registadas, isto devia-se principalmente ao receio por parte dos alunos em dizer coisas supostamente erradas ou sem nexos.

. Aplicar a informação disponibilizada para responder às questões

Relativamente à aplicação da informação disponibilizada para responder às questões colocadas, as dificuldades apresentadas são evidenciadas nas respostas dadas pelos alunos no questionário aberto aplicado do final da unidade como referem o aluno 1 que escreveu: “a maior dificuldade foi pesquisar informação no manual, visto que este não tem muita.” e o aluno 13 que referiu: “Tive dificuldades a responder em algumas perguntas, normalmente, as que se tinham que ir pesquisar no livro.”

Nos registos escritos das tarefas 2 e 4 também esta dificuldade é evidenciada nas seguintes respostas.

Através da pesquisa elaborada foi possível confirmar que a energia dissipada e repleta pela terra mantém a temperatura constante.

(Registo escrito, t2, g3)

2. Para calcularmos a resistência de um fio precisamos de duas variáveis U (diferença potencial), I (intensidade da corrente elétrica) que são calculadas com a ajuda de um resistômetro e de

(Registo escrito, t4, g6)

Servem então os registos apresentados para demonstrar que, mesmo após a consulta do manual e da informação fornecida, os alunos ainda tinham dificuldade em articular conceitos de maneira a responder corretamente às questões colocadas.

. Aplicar expressões numéricas e operações matemáticas

Outra dificuldade dos alunos refere-se à aplicação de expressões numéricas e operações matemáticas durante as tarefas de investigação. Essas dificuldades foram referidas no questionário aberto aplicado no final da unidade como o aluno 8 que indicou: “Senti dificuldades em compreender as fórmulas, ao início”, o aluno 10 que referiu: “Por vezes senti dificuldades em obter alguns resultados e a utilizar algumas expressões.” e o aluno 25 que indicou: “Senti dificuldades nos cálculos.”. Estas dificuldades podem advir da complexidade das expressões numéricas necessárias à compreensão dos conceitos da unidade lecionada.

Estas verificaram-se também em alguns dos grupos, nas tarefas 3, 4 e 5 mas principalmente na tarefa 3, como atestam os seguintes exemplos.

Lei de Stefan Boltzmann.

$$P = \epsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot T^4 \quad 3,86 \times 10^{26} = 5,670 \times 10^{-8}$$

$$A = 4\pi R^2 \quad 3,86 \times 10^{26} = 5,670 \times 10^{-8} \times 8,45 \times 10^8 \times T^4$$

$$R = 695000000 \quad 7,8 \times 10^{23} = T^4$$

$$A = 4\pi R^2 \times 6,95 \times 10^8$$

$$A = 873 \times 10^9$$

(Registo escrito, t3, g5)

Neste caso, os alunos não conseguem determinar corretamente a área da superfície esférica do Sol, uma vez que aplicam incorretamente a expressão e no final do exercício não conseguem calcular o valor da temperatura por não conseguirem simplificar uma expressão numérica com uma incógnita elevada à quarta.

Parte II

$$\textcircled{1} - \frac{1,390 \times 10^6}{2} = 6,95 \times 10^5$$

$$4\pi R^2 = 4 \times \pi \times (6,95 \times 10^5)^2 = 6,070 \times 10^{12} \text{ km}^2 = 6,070 \times 10^6 \text{ m}^2$$

$$3,86 \times 10^{26} = 1 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 6,070 \times 10^6 \times T^4 \quad (\Rightarrow)$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{3,86 \times 10^{26}}{0,344} = T^4 \quad (\Rightarrow) \quad T^4 = 1,122 \times 10^{27} \quad (\Rightarrow) \quad T = (1,122 \times 10^{27})^{\frac{1}{4}} \quad (\Rightarrow)$$

$$\quad \quad \quad (\Rightarrow) \quad T = 5,987 \times 10^6$$

(Registo escrito, t3, g3)

Relativamente a este exemplo o grupo de alunos não determina corretamente a área da superfície esférica.

. Interpretar representações gráficas

Relativamente às dificuldades apresentadas ao nível das competências processuais, verificou-se que houve principalmente na interpretação de representações gráficas como referiu o aluno 26: “Senti dificuldades a interpretar o gráfico” durante o questionário aberto aplicado no final da unidade.

Durante a realização da tarefa 4, os grupos 1 e 2 responderam da seguinte forma quando lhes foi pedido para chegar a uma conclusão através dos dados de uma representação gráfica.

5. Podemos concluir que os eurodomésticos só aguentam até uma certa potência e podemos ainda concluir que à medida que a intensidade aumenta a diferença potencial também aumenta.

(Registo escrito, t4, g1)

5- Concluímos que devido à inclinação do painel a diferença de potencial e a intensidade variam. Variou também por causa da diferença do valor da resistência.

(Registo escrito, t4, g2)

Os dois grupos não conseguem fazer uma interpretação objetiva relativamente à questão colocada, nem relacionar corretamente as grandezas em questão. Estes exemplos são representativos de uma pequena parte dos alunos da turma, mas não deixam de ser relevantes, uma vez que se trata de uma competência de grande importância na compreensão de conceitos base da unidade lecionada.

Competências de conhecimento conceptual

As dificuldades apresentadas pelos alunos relativas a competências de conhecimento conceptual só puderam ser comprovadas através das respostas dadas pelos alunos durante a realização das tarefas em sala de aula, uma vez que, nenhum aluno referiu dificuldades deste tipo no inquérito aplicado no final da unidade lecionada.

. Relação entre a radiação incidente e a variação da temperatura

Durante a realização da tarefa 1 esta dificuldade foi identificada na seguinte resposta.

1. O branco reflete energia, mas permitindo a absorção de calor no interior da casa.

(Registo escrito, t1, g3)

Os alunos deste grupo confundiram os conceitos de energia e radiação e por isso não compreenderam corretamente a relação entre radiação incidente e a variação da temperatura do corpo onde a radiação incide.

. Balanço energético da Terra

As dificuldades relativamente a esta subcategoria estão evidentes no seguinte registo escrito.

1. O sol emite radiação para a terra, dessa radiação (100%), 30% dessa radiação não é absorvida, ficando assim 70% da energia emitida pelo sol, na terra. A terra irradia essa energia toda de volta para o espaço. Chama-se a isso balanço térmico.

(Registo escrito, t2, g7)

O exemplo revela que este grupo não conseguiu diferenciar a radiação absorvida, da radiação emitida pela Terra através da interpretação de um esquema explicativo. Este exemplo, de dificuldades evidenciadas são importantes para compreender o que levou alguns alunos a não conseguir relacionar conceitos base da unidade lecionada.

. Temperatura de um corpo e a radiação emitida

Durante a parte 2 da tarefa 3, nas perguntas colocadas aos alunos era pedido que relacionassem a radiação emitida por uma estrela e a sua temperatura, o que se revelou difícil para alguns grupos levando a respostas confusas como a seguinte resposta foi exemplo:

2. A estrela que apresenta uma temperatura superficial é a que apresenta azul como cor predominante no espectro contínuo. Porque num espectro a cor vermelha é muito mais fria que a cor azul

(Registo escrito, t3, g4)

Neste caso, há uma clara confusão na mobilização de conceitos causada, muito possivelmente, por distração aquando da realização da resposta.

. Lei de Stefan-Boltzman

Durante as tarefas 3 e 5, constatou-se também alguma confusão por parte dos alunos quando lhes era pedido para enunciar e aplicar a lei de Stefan-Boltzmann, como se pode observar a partir dos seguintes exemplos.

A lei de Stefan-Boltzmann determina que a temperatura de um corpo é proporcional a quarta potência da ^{sua} temperatura absoluta.

(Registo escrito, t3, g6)

Neste caso, há a omissão de parte da lei de Stefan-Boltzmann devido a uma má interpretação da informação disponibilizada aos alunos durante a realização da tarefa.

$$\begin{aligned}
 1. \quad P &= e \cdot \sigma \cdot A \cdot T^4 \\
 240 &= 1 \times 5,67 \times 10^{-8} \cdot T^4 \\
 240 &= 5,67 \times 10^{-8} \cdot T^4 \\
 T^4 &= \frac{240}{5,67 \times 10^{-8}} \\
 T &= 255 \text{ K}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 255 \text{ K} &= 255 - 273 \\
 &= -18^\circ \text{C}
 \end{aligned}$$

(Registro escrito, t5, g8)

Durante a tarefa 5 este grupo confundiu ou não representou corretamente a diferença entre o valor da potência e da intensidade da radiação emitida quando lhes é pedido para aplicar a expressão.

. Relação entre a potência e resistência num circuito com um painel fotovoltaico instalado

Aquando da realização da tarefa 4, foi pedido aos alunos que mobilizassem conhecimentos relativos a eletricidade, relacionando a potência de um painel fotovoltaico e a resistência total do circuito, onde se observaram respostas incompletas e que por isso denotaram as dificuldades que os alunos sentiram para relacionar estas duas grandezas.

5. A potência aumenta consoante aumenta a resistência, até um determinado valor, onde a potência é máxima e, a partir de qual, quando a resistência aumenta, a potência diminui.

(Registro escrito, t4, g4)

5- Ao aumentarmos a resistência até um determinado ponto (no caso desta experiência 108Ω) atingiremos a potência máxima e desta forma o rendimento também será máximo. Pois ao aumentarmos a resistência, a d.d.p. vai aumentar e a intensidade vai diminuir. ($R = \frac{U}{I}$). Sendo assim a potência vai aumentar ($P = U \times I$)

(Registo escrito, t4, g5)

5. Podemos concluir que à medida que a resistência aumenta, a potência também aumenta, sendo variáveis diretamente proporcionais, até a potência atingir o seu valor máximo. $P = \frac{U^2}{R}$ *

(Registo escrito, t4, g6)

Esta dificuldade tem origem em algumas das dificuldades apresentadas anteriormente e também ao esquecimento por parte dos alunos de conceitos abordados em anos letivos anteriores.

Competências atitudinais, sociais e axiológicas

Relativamente a esta categoria a única subcategoria considerada relevante é o trabalho em grupo.

. Trabalho em grupo

Quanto ao trabalho em grupo, vários alunos referiram dificuldades relativamente a esta competência no questionário aberto aplicado no final da unidade como por exemplo o aluno 3 que escreveu: “as dificuldades, muitas vezes, foi a tentar concentrar os meus colegas”, o aluno 27 que indicou: “tive dificuldades em trabalhar em grupo.” e o aluno 30 que referiu: “as dificuldades foram colaborar com o grupo.”

Apesar dos alunos referirem variadas vezes que gostam e que preferem realizar tarefas em grupo, os três exemplos apresentados comprovam as dificuldades associadas à realização de tarefas em grupo.

Durante a tarefa 3, foi pedido aos alunos que fizessem, em grupo, um pequeno resumo da evolução histórica das leis de Stefan-Boltzmann e do Deslocamento de Wien, a partir de pequenos resumos das descobertas efetuadas por várias personalidades e de textos do manual. Esta tarefa revelou-se muito complicado para os alunos, porque houve dificuldades, por parte de alguns alunos, em trabalhar em grupo no sentido de identificar o que era importante referir no resumo, em termos históricos. Um bom exemplo, é o resumo efetuado pelo grupo 7 que se apresenta seguidamente.

1. Em 1862, Gustav Kirchhoff propõe um teorema o qual mostrava que qualquer corpo negro absorve toda a radiação por isso é um absorvedor perfeito, tal como é também um emissor perfeito pois emite toda a sua energia, e esta depende apenas da temperatura e da frequência. Em 1879, Josef Stefan comprovou experimentalmente que a potência total emitida por unidade de área, em todos os frequências é proporcional a T^4 . Ludwig Boltzmann, aluno de Ludwig Boltzmann, sugere o mesmo tipo de lei para a radiação do corpo negro, daí a lei ter ficado conhecida como Lei de Stefan - Boltzmann. Em 1893, Wilhelm Wien mostra que o comprimento de onda da máxima de radiação do corpo negro é proporcional ao inverso da sua temperatura, Lei de Wien.

(Registo escrito, t3, g7)

O registo escrito apresentado, demonstra a dificuldade por parte dos alunos em selecionar informação relevante e resumir o que realmente é importante, devendo-se isso ao facto do resumo ter sido realizado em grupo.

5.3. Avaliação dos alunos das aulas em que foram desenvolvidas as tarefas de investigação

No final da aplicação das tarefas, como já referido, os alunos responderam a um questionário aberto. Este questionário servirá de base para a análise da avaliação efetuada pelos alunos do conjunto de tarefas aplicadas.

Em termos gerais, grande parte dos alunos referiu que considerou as tarefas úteis e que aprenderam com as mesmas, isto porque, dezanove dos trinta alunos que constituíam a turma referiram isto no questionário. Os seguintes exemplos de

respostas dadas pelos alunos atestam o referido anteriormente, como o aluno 1: “Sim, pois consegui aprender algumas coisas”, o aluno 2: “Sim, sempre nos dão mais conhecimentos científicos”, o aluno 11: “Sim, porque me ajudaram a consolidar matérias”, o aluno 12: “Sim, permitem melhor compreensão da matéria”, o aluno 18: “Sim, ajudam-nos a praticar a matéria”, o aluno 19: “Sim, com as tarefas aprendi alguma matéria”, o aluno 20: “Sim, algumas. No teste prático de hoje, lembrei-me de uma das tarefas, o que me ajudou num dos exercícios”, o aluno 22: “Sim, porque ajudou-me a perceber a matéria”, o aluno 26: “São uteis para aprender melhor a matéria” e o aluno 27: “São úteis na maneira que é possível aprofundar os conhecimentos dos alunos”.

Outro facto que comprova o referido anteriormente são as respostas dadas pelos alunos ao questionário fechado aplicado aos alunos no final das tarefas. Vinte e um dos trinta alunos concorda moderadamente ou totalmente quando lhes é perguntado se aprenderam a relacionar as matérias com questões do dia-a-dia e nove concordam moderadamente quando lhes é perguntado se aprenderam muito.

Quando perguntado aos alunos no questionário aberto se tinham gostado de realizar tarefas de investigação, dos trinta alunos, seis referiram que não e vinte e cinco indicaram que sim.

Oito dos trinta alunos, referiram que sim uma vez que a matéria tinha ficado explícita. Os seguintes exemplos servem para demonstrar o referido anteriormente com a do aluno 2: “No geral sim, a matéria ficou explícita”, do aluno 3: “Gostei, porque conseguimos adquirir novos conhecimentos”, do aluno 17: “Sim, porque consegui perceber sempre a matéria”, do aluno 18, “Sim, foram aulas onde aprendi bastante” ou a do aluno 21, “Sim, fiquei a aprender mais”.

De entre os alunos que gostaram das tarefas, sete referiram como razão, o facto de ser uma forma diferente de aprender, como são prova disso as respostas dos seguintes alunos, como o aluno 13: “Sim, são úteis porque aprendemos a matéria de forma diferente”, o aluno 20: “Sim, pois foi diferente das aulas normais”, o aluno 23: “Sim, foi uma forma diferente de darmos matéria”, o aluno 26: “Sim, foram aulas diferentes, onde se aprendeu de forma diferente”, o aluno 28: “Sim, ensinaram-nos a matéria de uma forma diferente” e do aluno 31: “Considereei, porque é uma abordagem diferente”.

Alguns dos alunos, oito em trinta, referiram ainda que gostaram das tarefas por terem tido a oportunidade de trabalhar em grupo como o aluno 8: “Sim, pois trabalhei em grupo, discutindo e trocando ideias.”, o aluno 11: “Sim, porque é interessante ver e partilhar perspetivas com o grupo”, o aluno 13: “Sim, pois foi em grupo” e o aluno 31: “Gostei, por causa do grupo”.

É referido ainda por dois alunos, a utilidade das tarefas, por os ter feito pensar, quando referem, o aluno 4: “Algumas, porque me fizeram pensar” e o aluno 17: “Sim, porque não nos dão apenas a matéria, também nos fazem pensar”.

E é ainda referida por cinco alunos a utilidade pela relação com conhecimentos do quotidiano evidenciado pelo aluno 8: “Sim para perceber como a matéria se “liga” a situações do dia a dia”, o aluno 16: “Sim, e contribuem para algum conhecimento a nível de cultura geral”, o aluno 24: “Sim, uteis no dia a dia para podermos compreender certas coisas” e o aluno 29: “Sim, para o nosso dia a dia”.

Quanto às respostas ao questionário fechado, doze alunos referem que concordam moderadamente quando lhes é perguntado se se sentiram bem durante a realização das tarefas e dezoito concordam moderadamente ou totalmente quando lhes é perguntado se o professor os apoia durante a realização das tarefas.

No entanto, e apesar de muitos alunos, catorze em trinta, referir que não mudava nada nas tarefas, oito dos alunos referem que gostavam de ter acesso a mais informação antes e durante a realização das tarefas, sendo que três referiram que gostariam de ter tido acesso a mais informação durante a realização das tarefas para responderem às questões. Os seguintes exemplos demonstram o referido anteriormente, quando referem o aluno 1: “Penso que deviam existir fichas com informação à parte para que fosse mais fácil a sua realização”, o aluno 4: “A explicação do professor devia anteceder a realização da tarefa”, o aluno 10: “Deve ser dada mais informação antes de começar as tarefas”, o aluno 16: “Antes de qualquer resolução, deve ser introduzida uma breve explicação da matéria em estudo pelo professor, pois é difícil formular hipóteses sem as noções básicas da matéria”, o aluno 28: “Algumas tarefas deviam fornecer mais informação” e o aluno 30: “Penso que se deve explicar mais calmamente a matéria, e só depois fazer a parte prática”

Os seguintes alunos referem ainda que algumas perguntas deviam ser formuladas de outra forma mais perceptível, referido pelo aluno 15: “As perguntas são

estranhas”, o aluno 20: “O português das perguntas devia ser mais acessível” e pelo aluno 23: “A forma das perguntas e algumas coisas achei desnecessário”.

Nas respostas ao questionário fechado, são de salientar os resultados das respostas à pergunta se consideravam haver uma boa qualidade de ensino, em que onze alunos discordaram moderadamente e nove concordaram moderadamente e à pergunta se o tempo passava rapidamente, em que oito alunos discordaram totalmente.

Capítulo 6 - Discussão de resultados, conclusão e reflexão final

Com este trabalho, pretendemos conhecer de que forma a realização de tarefas de investigação pelos alunos contribui para o desenvolvimento das aprendizagens durante a leção do tema “Energia - do Sol para a Terra”. Em particular, as três questões orientadoras procuram dar respostas às aprendizagens realizadas pelos alunos, as dificuldades que sentiram, e a avaliação que fazem das tarefas de investigação propriamente ditas.

Inicialmente, serão discutidos os resultados obtidos, seguidos das conclusões obtidas e, por fim, a apresentação de uma reflexão final, onde se apresentam as aprendizagens e observações pessoais relativas ao contributo deste trabalho para o desenvolvimento pessoal do autor.

6.1. Discussão de resultados

Os resultados obtidos e apresentados no capítulo cinco, depois de analisados, permitiram dar resposta às questões orientadoras para esta investigação.

Quanto à primeira questão, acerca das aprendizagens realizadas pelos alunos, os resultados indicam que foram desenvolvidas aprendizagens em termos de competências e conhecimento conceptual, ao nível dos conceitos de absorção e emissão de radiação, corpo negro, leis de Stefan-Boltzmann e de Wien, efeito de estufa e balanço energético da Terra.

Foi importante verificar também, através dos resultados obtidos, que foram desenvolvidas competências de conhecimento processual, uma vez que os alunos foram capazes de realizar pesquisa de informação, planificar experiências, formular hipóteses e resolver equações algébricas. Foram ainda desenvolvidas competências atitudinais, sociais e axiológicas, onde as principais aprendizagens se prenderam principalmente relativamente ao trabalho de grupo e às situações do quotidiano. Competências estas que são essenciais para a promoção da literacia científica, uma vez que, como refere Martins et al., (2001), “alarga os seus conhecimentos, criando-

lhes estímulos para o trabalho individual, aumentando-lhes a autoestima e ajudando-os a prepararem-se para percursos de trabalho cada vez mais independentes” (p. 4).

Relativamente à segunda questão, quanto às dificuldades sentidas pelos alunos, verificou-se que estes tiveram dificuldades ao nível das competências de conhecimento conceptual e que as principais dificuldades foram:

- a relação entre a radiação incidente e a variação da temperatura, o balanço energético da Terra;
- a relação entre a temperatura de um corpo e a radiação emitida pelo mesmo;
- a lei de Stefan-Boltzman;
- a relação entre a potência e resistência num circuito com um painel fotovoltaico instalado.

As maiores dificuldades detetadas foram no âmbito das competências de conhecimento processual, tais como:

- compreender as questões colocadas;
- formular hipóteses explicativas;
- aplicar a informação fornecida para responder às questões;
- na aplicação de expressões numéricas e operações matemáticas e ao interpretar representações gráficas.

Também ao nível das competências atitudinais, sociais e axiológicas, a principal dificuldade foi a realização das tarefas em grupo e ainda a compreensão das questões colocadas, a formulação de hipóteses explicativas e seleção de informação relevante durante a realização das tarefas de investigação.

Durante as aulas, os alunos referiram várias vezes que não estavam habituados a este tipo de tarefas, sendo por isso normal não saberem o que fazer e revelarem dificuldades em realizar e terminar a tarefa. De acordo com Wellington (2000) a fase de planificação, será das mais difíceis na realização destas tarefas. Muitos alunos referiam que não percebiam como poderiam realizar a tarefa se o professor ainda não tinha “dado a matéria” e, durante a pesquisa, foram vários os alunos que mencionaram que sentiram dificuldades em encontrar e interpretar a informação relevante. Estas dificuldades são corroboradas por outros estudos como sendo as principais dificuldades sentidas pelos alunos quando realizam este tipo de tarefas (Fonseca et al., 1999).

Só alguns alunos conseguiram planificar estratégias de resolução do problema colocado, em especial nas primeiras tarefas. Era muitas vezes perguntando aos colegas o que tinham pesquisado, outros desistiam de procurar ou deixavam que um ou dois colegas do grupo o fizessem sozinhos, revelando falta de competências ao nível do trabalho em grupo. Verificou-se também que, quando tinham uma planificação minimamente estruturada através da entreaajuda com os colegas, não a conseguiram expor por escrito. Constataram-se ainda dificuldades em gerir o tempo disponível para a realização das tarefas, embora essa gestão tenha melhorado ao longo da realização das tarefas.

Apesar das dificuldades sentidas, é importante realçar que a maioria dos alunos conseguiu ultrapassar estas dificuldades, à medida que iam realizando as tarefas, permitindo-lhes o desenvolvimento de competências do nível processual, atitudinal e comunicacional.

A avaliação das tarefas feita pelos alunos, foi no geral boa apesar de alguma resistência inicial. Esta evolução leva a acreditar que estas tarefas são eficazes a motivar os alunos a aprender e a realizar mais e melhores aprendizagens, uma vez que não passam apenas pelo desenvolvimento de competências do nível conceptual.

6.2. Conclusões e reflexão final

Na fase inicial de aplicação das tarefas, os alunos revelaram bastantes dificuldades. Não percebiam como poderiam realizar as tarefas sem que o professor fizesse primeiro a exposição dos conteúdos, nem como é que este tipo de tarefas poderia ser benéfico para os compreender. Também revelaram alguma resistência ao facto de terem de apresentar, no final da realização de cada tarefa, o trabalho realizado, tanto ao professor como aos colegas.

Estas dificuldades existiram principalmente porque nunca tinham realizado tarefas de investigação num contexto de sala de aula. No entanto, à medida que iam realizando as tarefas, essa resistência foi esmorecendo e as dificuldades foram gradualmente ultrapassadas, provavelmente porque os alunos já começavam a perceber o objetivo de cada uma das tarefas e que poderiam até ser uma forma diferente e interessante de aprender não só os conteúdos, como ainda exigia deles o

desenvolvimento de competências que não tinham o hábito de utilizar habitualmente durante a prática letiva.

Apesar das dificuldades iniciais, os alunos, de uma forma geral, parecem ter ficado agradados ao realizar este tipo de tarefas. A tarefa que revelaram maiores dificuldades, foi aquela em que tinham de investigar acerca da vida e trabalho de vários cientistas, talvez porque tinham acesso a mais informação à partida e porque o conceito a estudar era o do corpo negro que é muito teórico e de difícil compreensão.

As tarefas em que revelaram mais interesse e entusiasmo foram as atividades práticas, já que era possível verificar experimentalmente as hipóteses que desenvolveram e o que pesquisaram, ou seja, pareceu ser do agrado dos alunos realizar tarefas de uma forma independente e observar, na prática, as respostas às hipóteses por si colocadas.

No geral, os alunos manifestaram considerar as tarefas de investigação realizadas uma boa estratégia de ensino, por serem uma forma diferente de aprender e também porque os fez adquirir uma maior autonomia, que se foi desenvolvendo ao longo de todo este processo.

Em termos profissionais, foi muito interessante aplicar este tipo de tarefas em sala de aula, pois permitiu-me um contacto mais direto e pessoal com os alunos e com as suas ideias e opiniões pessoais. Inicialmente, houve bastantes dúvidas processuais, nomeadamente, se o tempo atribuído a cada fase das tarefas seria o mais adequado, se os alunos conseguiriam atingir os diferentes objetivos, se o trabalho em grupo seria produtivo e, finalmente, se os alunos conseguiriam desenvolver competências e, especialmente, se conseguiriam entender os conteúdos utilizando apenas os materiais disponibilizados.

Alguns grupos funcionaram melhor que outros e com um maior conhecimento dos alunos, possivelmente seriam organizados de forma diferente, por forma a atingir uma melhor interação e colaboração entre os alunos e reduzir o ruído característico destas atividades. Reduziria a distração dos alunos e a sua possível desmotivação para este tipo de tarefas.

No entanto, a aplicação destas tarefas foi uma abordagem ao ensino diferente e um grande desafio que superou largamente todas as expectativas iniciais. Depois de superadas as dificuldades e desmotivações iniciais, inerentes ao desconhecimento desta abordagem investigativa, os alunos demonstraram uma grande criatividade e

vontade de aprender, que foi sendo cada vez mais notória com o decorrer das tarefas. As apresentações à turma evoluíram de forma muito positiva e os alunos desenvolveram as suas capacidades para pesquisar e comentar com os colegas o que aprenderam, desenvolvendo competências de argumentação e capacidade de síntese. Isto foi possível de verificar, tanto nas respostas às questões das tarefas como nas apresentações orais.

A preocupação inicial relativamente à aplicação destas tarefas, devida à falta de experiência na condução deste formato de aulas, foi substituída por entusiasmo à medida que se ia aprimorando a condução das aulas e à medida que se ia observando a cada vez maior autonomia e entusiasmo por parte dos alunos.

Estas tarefas possibilitam um contacto muito próximo e direto com os alunos à medida que vão sendo orientados e ao verificar-se que a sua aplicação possibilita algo mais do que apenas compreender conteúdos científicos. Foi muito motivador verificar os conhecimentos que os alunos já possuem e o enorme interesse que alguns têm por questões científicas, principalmente as que têm influência no seu quotidiano.

A aplicação de tarefas de investigação, com todas as vantagens enumeradas neste estudo, com uma direta relação com o quotidiano dos alunos, são sem dúvida uma ferramenta com grande utilidade no ensino das ciências e no desenvolvimento da literacia científica na população em geral:

A inovação no ensino das Ciências depende dos professores, dos seus saberes, atitudes e múltiplas competências. O ensino das ciências é uma área onde proliferam posições baseadas em princípios e propostas de ação muito diversas. O ensino contextualizado das Ciências é uma via para melhorar a compreensão sobre a importância do conhecimento científico na e para a Sociedade. Mas isto coloca grandes desafios aos professores, tais como estar permanentemente em atualização, Martins, 2016 (p. 20).

Através da elaboração desta experiência, que teve como objetivo demonstrar como é conduzido o processo ensino-aprendizagem no decorrer da realização de tarefas de investigação, procurei dar o meu contributo para uma melhor compreensão da importância deste recurso no ensino.

A título pessoal, o desenvolvimento de todo este processo constituiu, também, momentos de grande aprendizagem e realização pessoal e profissional, quer ao longo

da realização das tarefas de investigação quer na sua aplicação na lecionação de aulas no geral.

Referências bibliográficas

Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (2006). *Qualitative Research for Education. An Introduction to Theory and Methods* (5th ed.). Boston: Pearson Education.

Bybee, R.W., Taylor, J.A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J.C., Westbrook, A. & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Applications*. Colorado Springs, CO: BSCS.

Bybee, R., McCrae, B. & Laurie, R. (2009). PISA 2006: An Assessment of Scientific Literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 865-883.

Corbin, J. & Strauss, A. (2015). *Basics of qualitative research. Techniques and procedures for developing grounded theory* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Fonseca, H., Brunheira, L., & Ponte, J.P. (1999). *As actividades de investigação, o professor e a aula de Matemática*. Lisboa: Departamento de Educação, FCUL.

Galvão, C., Reis, P., Freire, A., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências. Sugestões para professores dos ensinos Básico e Secundário*. Porto: Edições Asa.

Harlen, W., & Allende, J. (2006). IAP Report of the Working Group on the International Collaboration in the Evaluation of IBSE programs. Fundación para Estudios Biomédicos Avanzados, Facultad de Medicina, University of Chile. NSTA (National Science Teachers Association) (2002). *Science educator's guide to laboratory assessment*. Arlington: NTSA press.

Hunter, L., Metevier, A.J., Seagroves, S., Kluger-Bell, B., Porter, J., Raschke, L.M., Jonsson, P., Shaw, J., Quan, T.K. & Montgomery, R. (2010). Cultivating Scientist and Engineer - Educators 2010: The Evolving Professional Development Program. In L. Hunter & A.J. Metevier (Eds.) *Learning from Inquiry in Practice* 436, (pp. 3-49). Santa Cruz, CA: ASP Conference Series.

Linn, M.C., Davis, E.A., & Bell, P. (Eds.), (2004). *Internet Environments for Science Education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Martins, I. P. (Coord.), Costa, J. A. L., Lopes, J. M. G., Magalhães, M. C., Simões, M. O., Simões, T. S., Bello, A., San-Bento, C., Pina, E. P., & Caldeira, H. (Coord.). (2001). *Programa de Física e Química A: 10º ou 11º anos*. Lisboa: Ministério da Educação.

Martins, I. P. (2002). Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), 28-39.

Martins, I. P. (2003). *Literacia científica e contributos do ensino formal para a compreensão pública da ciência*. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Martins, I. P. (2016). Educação Científica e Perspetivas Atuais do Ensino das Ciências. In F. Gouveia, G. Pereira (org.), *Didática e Matética* (pp. 9-22). Funchal: Universidade da Madeira.

Patton, M.Q. (2002). *Qualitative research & evaluation methods* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Sagan, C. (1995). *Um mundo infestado de demónios*. Lisboa: Gradiva.

Wellington, J. (2000). *Teaching and Learning Secondary Science: Contemporary issues and practical approaches*. London: Routledge.

Windschitl, M., Thompson, J. & Braaten, M. (2008). Beyond the Scientific Method: Model-Based Inquiry as a New Paradigm of Preference for School Science Investigations. *Science Education*, 92(5), 941-967.

Anexos

Anexo A - Planificações das aulas

Unidade 1 - Do Sol ao aquecimento		Subunidade 1.1 - Energia - Do Sol para a Terra	Ano letivo	
			Duração - 2 turnos de 2h e 15 min. cada	
28 de abril	Sumário - Aula 1 - AL 1.1. - Absorção e emissão de radiação. Potência da radiação emitida por um corpo: lei de Stefan-Boltzmann. Radiação emitida e temperatura de um corpo: lei de Wien.		Recursos - ficha com texto científico com perguntas abertas; material corrente de laboratório; sensor de temperatura ou termómetro (0° C a 50° C; 0,1°C); cubo de Leslie ou reservatórios diferindo apenas nas características da superfície (branca e preta, de metal polido e baço); manual.	
Conteúdos		Competências	Momentos da aula	Avaliação
<p>. Relacionar a potência total irradiada por uma superfície com a respetiva área e a quarta potência da sua temperatura absoluta (Lei de Stefan-Boltzmann);</p> <p>. Analisar transferências e transformações de energia em sistemas;</p> <p>. Relacionar o poder de absorção de radiação com a natureza das superfícies;</p> <p>. Reconhecer que a radiação incidente num corpo pode ser parcialmente absorvida, refletida ou transmitida;</p> <p>. Relacionar as taxas de emissão e de absorção da radiação de um corpo com a diferença entre a sua temperatura e a do ambiente que o rodeia;</p> <p>. Identificar a zona do espectro eletromagnético em que é máxima a potência irradiada por um corpo, para diversos valores da sua temperatura (deslocamento de Wien).</p>		<p>. Ao recolher, registar e organizar dados de observações (quantitativos e qualitativos) de fontes diversas, nomeadamente em forma gráfica;</p> <p>. Ao exprimir um resultado com um número de algarismos significativos compatíveis com as condições da experiência e afetado da respetiva incerteza absoluta;</p> <p>. Ao analisar dados recolhidos à luz de um determinado modelo ou quadro teórico;</p> <p>. Ao formular uma hipótese sobre o efeito da variação de um dado parâmetro;</p> <p>. Ao elaborar um relatório (ou síntese, oralmente ou por escrito, ou noutros formatos) sobre uma atividade experimental por si realizada;</p> <p>. Ao desenvolver o respeito pelo cumprimento de normas de segurança: gerais, de proteção pessoal e do ambiente;</p> <p>. Ao adequar ritmos de trabalho aos objetivos das atividades.</p>	<p>1º momento - breve introdução por parte do professor ao tema a abordar e dos objetivos da tarefa a realizar durante a aula; (15 min.)</p> <p>2º momento - entrega das tarefas aos alunos e tempo para a planificação da atividade a realizar; (45 min.)</p> <p>3º momento - após a aprovação do professor, realização da atividade planificada pelos alunos; (60 min.)</p> <p>4º momento - resumo e esquematização por parte do professor dos conteúdos mais relevantes. (15 min.)</p>	<p>. através da observação em sala de aula;</p> <p>. entrega no final da aula das respostas às questões colocadas na ficha de trabalho.</p>

Unidade 1 - Do Sol ao aquecimento		Subunidade 1.1 - Energia - Do Sol para a Terra		Ano letivo	
29 de abril	Sumário - Aula 2 - A Terra como recetor e emissor de energia. Transferências de energia sob a forma de radiação. Emissão, absorção, reflexão e transmissão de radiação.	Duração - 1h e 30 min.			
		Recursos - ficha com texto científico e perguntas abertas; ficha com informação adicional e manual.			
Conteúdos	Competências	Momentos da aula		Avaliação	
<p>. Explicar que a temperatura média da Terra é em grande parte determinada pela radiação que ela recebe do Sol, mas que esta também emite energia, pois, caso contrário, ficaria com uma temperatura cada vez mais elevada;</p> <p>. Identificar um sistema termodinâmico como aquele em que são apreciáveis as variações de energia interna;</p> <p>. Indicar que todos os corpos irradiam energia.</p>	<p>. Ao pesquisar informação no texto sobre os fenómenos em questão;</p> <p>. Ao formular questões relativas à informação contida num texto;</p> <p>. Ao evidenciarem conhecimento sobre o fenómeno em estudo nas suas múltiplas componentes;</p> <p>. Ao utilizarem conceitos científicos para a explicação do assunto em causa para a resolução das tarefas propostas;</p> <p>. Ao interpretarem os dados e informação presentes no texto em estudo;</p> <p>. Ao formularem hipóteses explicativas sobre as informações e dados encontrados;</p> <p>. Ao formularem conclusões;</p> <p>. Ao formular questões e ao apresentar ideias e argumentar;</p> <p>. Ao apresentar aos outros o produto do trabalho que desenvolveu;</p> <p>. Clareza e objetividade da comunicação;</p> <p>. Facilidade de apresentação da informação;</p> <p>. Ao colaborar com empenho e perseverança na concretização de uma tarefa comum;</p> <p>. Ao demonstrarem curiosidade face ao fenómeno em estudo.</p>	<p>1º momento - separação da turma em grupos. Introdução por parte do professor ao tema e apresentação dos objetivos da tarefa a realizar durante a aula (15 min.);</p> <p>2º momento - entrega da tarefa (parte I) aos alunos e tempo para elaborarem hipóteses explicativas para a questão proposta (15 min.);</p> <p>3º momento - apresentação ao resto da turma das hipóteses explicativas por cada um dos grupos e escolha das mais pertinentes por parte do professor (10 min.);</p> <p>4º momento - entrega do anexo e elaboração e apresentação, por cada um dos grupos, ao resto da turma das respostas às perguntas da parte II; (35 min.)</p> <p>5º momento - resumo e esquematização por parte do professor dos conteúdos mais relevantes (15 min.).</p>		<p>. através da observação em sala de aula;</p> <p>. entrega, no final da aula das respostas às questões colocadas.</p>	

Unidade 1 - Do Sol ao aquecimento		Subunidade 1.1 - Energia - Do Sol para a Terra		Ano Letivo	
30 de abril	Sumário - Aula 3 - lei de Stefan-Boltzmann e do deslocamento de Wien	Duração - 1h e 30 min.			
		Recursos - ficha com texto científico e perguntas abertas; ficha com informação adicional e manual.			
Conteúdos	Competências	Momentos da aula		Avaliação	
<p>Relacionar a potência total irradiada por uma superfície com a respetiva área e a quarta potência da sua temperatura absoluta (Lei de Stefan-Boltzmann);</p> <p>Identificar a zona do espectro eletromagnético em que é máxima a potência irradiada por um corpo, para diversos valores da sua temperatura (deslocamento de Wien).</p>	<p>Ao pesquisar informação no texto sobre os fenómenos em questão;</p> <p>Ao formular questões relativas à informação contida num texto;</p> <p>Ao evidenciarem conhecimento sobre o fenómeno em estudo nas suas múltiplas componentes;</p> <p>Ao utilizarem conceitos científicos para a explicação do assunto em causa para a resolução das tarefas propostas;</p> <p>Ao interpretarem os dados e informação presentes no texto em estudo;</p> <p>Ao formularem hipóteses explicativas sobre as informações e dados encontrados;</p> <p>Ao formularem conclusões;</p> <p>Ao formular questões e ao apresentar ideias e argumentar;</p> <p>Ao apresentar aos outros o produto do trabalho que desenvolveu;</p> <p>Clareza e objetividade da comunicação;</p> <p>Facilidade de apresentação da informação;</p> <p>Ao colaborar com empenho e perseverança na concretização de uma tarefa comum;</p> <p>Ao demonstrarem curiosidade face ao fenómeno em estudo.</p>	<p>1º momento - separação da turma em grupos. Introdução por parte do professor ao tema e apresentação dos objetivos da tarefa a realizar durante a aula (15 min.);</p> <p>2º momento - entrega da tarefa (parte I) aos alunos e tempo para elaborarem hipóteses explicativas para a questão proposta (15 min.);</p> <p>3º momento - apresentação ao resto da turma das hipóteses explicativas por cada um dos grupos e escolha das mais pertinentes por parte do professor (10 min.);</p> <p>4º momento - entrega do anexo e elaboração e apresentação, por cada um dos grupos, ao resto da turma das respostas às perguntas da parte II; (35 min.)</p> <p>5º momento - resumo e esquematização por parte do professor dos conteúdos mais relevantes (15 min.).</p>		<p>através da observação em sala de aula;</p> <p>entrega, no final da aula das respostas às questões colocadas.</p>	

Unidade 1 - Do Sol ao aquecimento		Subunidade 1.1 - Energia - Do Sol para a Terra		Ano letivo
5 de maio	Sumário - Aula 4 - AL 1.2 - Energia elétrica fornecida por um painel fotovoltaico	Duração - 2 turnos de 1h e 30 min. cada		
		Recursos - ficha de trabalho com perguntas abertas, manual, painéis fotovoltaicos e material corrente de laboratório.		
Conteúdos	Competências	Momentos da aula		Avaliação
<ul style="list-style-type: none"> Explicar que a conversão fotovoltaica da energia solar consiste na transformação de energia radiante, numa diferença de potencial entre os polos do painel fotovoltaico; Determinar a potência elétrica fornecida por painel fotovoltaico; Identificar a existência de uma resistência exterior que otimiza o rendimento de um painel fotovoltaico; Explicar que, para maximizar o rendimento de um painel fotovoltaico, este deve estar orientado de forma a receber o máximo de radiação incidente; Explicar que, para dimensionar um sistema de conversão fotovoltaico, é necessário ter em consideração a potência média solar recebida por unidade de superfície terrestre, durante o dia e a potência a debitar. 	<ul style="list-style-type: none"> Construir uma montagem laboratorial; Identificar material e equipamento de laboratório e explicar a sua utilização/função; Manipular com correção e respeito por normas de segurança, material e equipamento; Recolher, registar e organizar dados de observações (quantitativos e qualitativos) de fontes diversas, nomeadamente em forma gráfica; Exprimir um resultado com um número de algarismos significativos compatíveis com as condições da experiência e afetado da respetiva incerteza absoluta; Interpretar os resultados obtidos e confrontá-los com as hipóteses de partida e/ou com outros de referência; Identificar parâmetros que poderão afetar um dado fenómeno e planificar modo(s) de os controlar; Desenvolver o respeito pelo cumprimento de normas de segurança: gerais, de proteção pessoal e do ambiente; Apresentar e discutir na turma propostas de trabalho e resultados obtidos; Utilizar formatos diversos para acoeder e apresentar informação, nomeadamente as TIC; Refletir sobre pontos de vista contrários aos seus; Rentabilizar o trabalho em equipa através de processos de negociação, conciliação e ação conjunta, com vista à apresentação de um produto final; Assumir responsabilidade nas suas posições e atitudes; Adequar ritmos de trabalho aos objetivos das atividades. 	<p>1º momento - Introdução ao tema e apresentação dos objetivos da tarefa a realizar durante a aula (15 min.);</p> <p>2º momento - os alunos preveem uma resposta à pergunta do texto e planificam a atividade experimental (30 min.);</p> <p>3º momento - após a aprovação do professor da planificação, os alunos procedem à sua realização (20 min.);</p> <p>4º momento - os alunos tratam os resultados obtidos e redigem as conclusões finais; (20 min.);</p> <p>5º momento - cada grupo apresenta as suas conclusões à turma e o professor discute e apresenta um resumo dos conteúdos mais relevantes. É explorado o funcionamento de um painel fotovoltaico e que o rendimento do mesmo é máximo quando a potência é máxima, para uma determinada resistência exterior e um determinado ângulo de incidência da radiação por forma a ficar explícito as condicionantes envolvidas no dimensionamento de um sistema de conversão fotovoltaico (40 min.);</p> <p>6º momento - os alunos respondem a questões que os levam a refletir acerca do que foi trabalhado (10 min.).</p>		<ul style="list-style-type: none"> através da observação em sala de aula; entrega, no final da aula das respostas às questões colocadas.

Unidade 1 - Do Sol ao aquecimento		Subunidade 1.1 - Energia - Do Sol para a Terra		Ano letivo	
6 de maio	Sumário - Aula 5 - Determinação da temperatura média da Terra.	Duração - 1h e 30 min.			
		Recursos - ficha com texto científico e perguntas abertas; ficha com informação adicional e manual.			
Conteúdos	Competências	Momentos da aula		Avaliação	
<p>. Explicar situações de equilíbrio térmico;</p> <p>. Reconhecer que a temperatura média da Terra resulta do balanço entre a energia absorvida solar e a energia emitida pela Terra;</p> <p>.Aplicar a lei de Stefan-Boltzmann;</p> <p>. Perceber a importância do efeito de estufa para a existência de uma temperatura média “amena” na Terra.</p>	<p>. Organizar um plano para dar resposta a uma questão e/ou problema;</p> <p>. Utilizar conceitos científicos para a explicação do assunto em causa para a resolução das tarefas propostas;</p> <p>. Formular hipóteses explicativas sobre as eventuais discrepâncias entre as informações fornecidas e os dados estimados teoricamente;</p> <p>. Interpretar os motivos que levam a eventuais discrepâncias entre as informações fornecidas e os dados estimados teoricamente;</p> <p>. Apresentar ideias, argumentar e apresentar conclusões;</p> <p>. Apresentar aos outros com clareza e objetividade de comunicação, o produto do trabalho que desenvolveu;</p> <p>. Colaborar com empenho e perseverança na concretização de uma tarefa comum.</p>	<p>1º momento - introdução ao tema e apresentação dos objetivos da tarefa a realizar durante a aula (10 min.);</p> <p>2º momento - entrega da tarefa, onde é pedido aos alunos que estimem teoricamente a temperatura média da Terra e identifiquem fatores que contribuam para a diferença encontrada entre o valor obtido e o valor real da temperatura média à superfície da Terra; (40 min.);</p> <p>3º momento - apresentação ao resto da turma das conclusões encontradas, que explicam a diferença entre o valor teórico e o real (20 min.);</p> <p>4º momento - resumo por parte do professor dos conteúdos mais relevantes da aula (15 min.);</p> <p>5º momento - os alunos respondem a algumas questões que os levam a refletir acerca do que foi trabalhado (5 min.).</p>		<p>. através da observação em sala de aula;</p> <p>. entrega, no final da aula das respostas às questões colocadas.</p>	

Anexo B - Tarefas

Tarefa 1

ATIVIDADE PRÁTICO LABORATORIAL DE FQ A - ABSORÇÃO E EMISSÃO DE RADIAÇÃO 10ºANO

Tanto no inverno como no verão, os portugueses gastam muito dinheiro na fatura da eletricidade, quer seja para o aumento ou diminuição, da temperatura média ambiente das suas casas.

Isto poderia ser evitado, caso houvesse um maior cuidado na escolha da cor da tinta escolhida para pintar as suas casas. Um bom exemplo em Portugal é o facto de as casas no Alentejo serem praticamente todas pintadas de branco. Porque será que isto acontece?

Parte I

1. Preveja uma resposta explicativa para a questão colocada no texto.
2. Planeie uma atividade, com o material que tem à disposição, que permita dar resposta à situação apresentada. Não se esqueça de referir as varáveis que quer controlar.
3. Faça um prognóstico dos resultados que espera obter com a atividade que planeou.
4. Realize a atividade de acordo com o que planeou.
5. Registe as observações numa tabela e faça o tratamento dos resultados.
6. Tire as suas conclusões.
7. Apresente as suas conclusões à turma, não se esquecendo de referir as previsões que realizou nas perguntas um e três.

Parte II

Indique, explicando, duas situações do seu cotidiano, para além da situação referida no texto, onde poderia aplicar o que aprendeu com esta atividade e que permitam melhorar a sua vida e a dos que o rodeiam.



Parte III

1. Indique o que aprendeu com a realização da tarefa.
2. Refira o que mudava se voltasse a realizar a tarefa. Justifique.
3. Indique as dificuldades que sentiu durante a realização da tarefa.
4. Indique o que achou mais interessante.
5. Refira como funcionaram como grupo. (Houve troca de ideias entre os elementos do grupo? Todos os elementos participaram na atividade prática?)

Tarefa 2

FICHA DE TRABALHO DE FQ A - ENERGIA DO SOL PARA A TERRA 10ºANO

No nosso quotidiano, se um corpo, como por exemplo, uma lata de refrigerante, ou um vidro de uma janela, ficarem expostos à radiação eletromagnética proveniente do Sol, normalmente, a sua temperatura irá aumentar. Sabendo que o nosso planeta é um sistema aberto que recebe energia continuamente e quase exclusivamente do Sol, supostamente iria também aumentar continuamente a sua temperatura.

No entanto, quer a Terra, quer os exemplos referidos do nosso quotidiano, não aumentam a sua temperatura indefinidamente, quando expostos à radiação eletromagnética proveniente do Sol, e sabemos que a Terra mantém uma temperatura média aproximadamente constante desde há milhões de anos.

Porque será que isto acontece?

Parte I

1. Leia o texto com atenção e formule, em grupo, hipóteses explicativas para a pergunta que é colocada, levando em conta os exemplos apresentados.
2. Pesquise, no manual e na figura em anexo, resposta para a questão do texto, elaborando um pequeno texto explicativo.
3. Compare as hipóteses explicativas que formulou, com a resposta que elaborou após pesquisa no manual e na figura em anexo.
4. Apresente à turma as hipóteses explicativas que formulou e a resposta para a questão que elaborou após a pesquisa.

Parte II

Atribua um título à tarefa que acabou de realizar.

Parte III

1. O que aprendeu com a realização da tarefa?
2. Onde sentiu mais dificuldades?
3. O que gostou mais? Porquê? O que gostou menos? Porquê?
4. O que alterava na tarefa se a voltasse a fazer?

Anexo

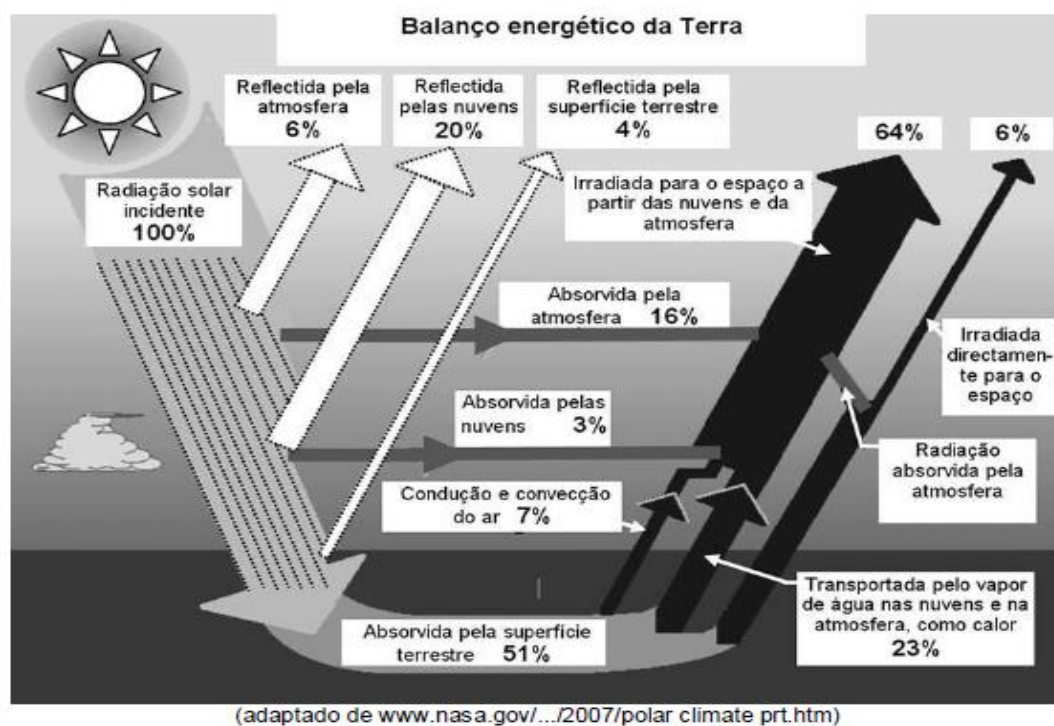


Figura1 - balanço energético da Terra

Tarefa 3

FICHA DE TRABALHO DE FQ A 10ºANO LEI DE STEFAN-BOLTZMANN E DO DESLOCAMENTO DE WIEN



Quando se observa a chama de uma vela, é possível identificar diferentes cores, como por exemplo, o azul ou o amarelo. Isto acontece, porque diferentes zonas da chama, apresentam diferentes temperaturas.

O conhecimento sobre fenómenos como o referido em cima, apresentou grandes desenvolvimentos durante os meados e finais do século XIX, devido essencialmente ao trabalho de quatro cientistas que foram: Gustav Kirchhoff; Joseph Stefan; Ludwig Boltzmann e Wilhelm Wien. Os trabalhos que realizaram, culminaram no desenvolvimento de duas leis que explicam este fenómeno. São elas, a lei de Stefan-Boltzmann e a do Deslocamento de Wien que permitiram na altura a determinação da temperatura superficial do Sol.

Parte I

1. Elabore um texto em grupo, com base na informação em anexo e do manual, que permita perceber qual a importância de cada um dos cientistas para as duas leis referidas no texto.
2. Apresente ao resto da turma o texto que redigiu em grupo.

Parte II

1. Use os dados em anexo e a informação do manual e calcule a temperatura do Sol, de acordo com a lei de Stefan-Boltzmann e a lei de Wien. Verifique se o valor calculado está de acordo com o valor esperado.
2. Indique, justificando, qual das estrelas apresenta uma temperatura superficial maior se, no espectro contínuo de uma estrela predominar a cor vermelha e, no espectro de uma outra estrela predominar a cor azul

Parte III

1. O que aprendeu com a realização da tarefa?
2. Onde sentiu mais dificuldades?
3. O que gostou mais? Porquê? O que gostou menos? Porquê?
4. O que alterava na tarefa se a voltasse a fazer?

Anexo

Dados para o Sol:

Idade: 4,5 mil milhões de anos

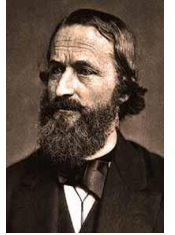
Massa: $1,989 \times 10^{30}$ kg

Diâmetro: $1,390 \times 10^6$ km

Constituição atual: 75% de hidrogénio, 24,9% de Hélio e 0,1% de metais

Potência irradiada: $3,86 \times 10^{26}$ W

Gustav Kirchhoff Em 1862, **Gustav Kirchhoff** propôs um teorema em que é referida pela primeira vez a radiação de um corpo negro que é um corpo capaz de absorver toda a radiação que nele incide. O seu teorema mostrava que um corpo negro, por ser um absorvedor perfeito, isto é, não refletir nem se deixar atravessar por nenhuma radiação, é também um emissor perfeito provando assim que a energia emitida por um corpo negro, depende apenas da temperatura e da frequência da energia emitida e que o seu poder absorvente é 1.



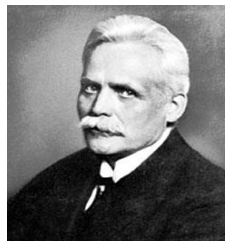
Joseph Stefan - Em 1879, **Joseph Stefan**, comprova experimentalmente que a potência total emitida, por unidade de área, em todas as frequências, por um corpo a uma determinada temperatura era proporcional à quarta potência da temperatura absoluta desse objeto. Outro corpo que não seja um emissor ideal, irá também obedecer a esta mesma lei, mas introduzindo-se um coeficiente “ e ”, a emissividade, compreendido entre 0 e 1, que é a razão entre o “poder” emissor de um corpo real e a de um corpo negro.



Ludwig Boltzmann - Alguns anos mais tarde, o aluno de Stefan, **Ludwig Boltzmann** sugere o mesmo tipo de lei para a radiação do corpo negro, evocando a teoria eletromagnética de Maxwell, daí a lei ter ficado conhecida como Lei de Stefan-Boltzmann.



Wilhelm Wien - Em 1893, **Wilhelm Wien** usa um forno com um pequeno furo, como modelo de um corpo negro, e mostra que o comprimento de onda do máximo de radiação do corpo negro é proporcional ao inverso da sua temperatura (relação conhecida por Lei de Wien). No entanto, esta lei só é válida para comprimentos de onda reduzidos.



Nota: Informações retiradas de Serway, R.; Moses, C. & Moyer, C. (2005). *Modern Physics*. Brooks Cole

Tarefa 4

ATIVIDADE PRÁTICO LABORATORIAL DE FQ A - PAINÉIS FOTOVOLTAICOS

10ºANO

Uma forma de reduzir a fatura da eletricidade é gerando corrente elétrica em sua casa, sendo que os painéis fotovoltaicos são uma boa solução para o efeito, visto o Sol ser uma fonte “inesgotável” de Energia.



Imagine que pretende instalar painéis solares fotovoltaicos de modo a produzir a energia elétrica necessária ao funcionamento adequado dos eletrodomésticos de sua casa. Como deveria proceder para que o rendimento seja máximo?

Parte I

1. Preveja uma resposta explicativa para a questão colocada no texto.
2. Planeie uma atividade, com o material que tem à disposição, que permita dar resposta à situação apresentada. Não se esqueça de referir, as variáveis que quer controlar.
3. Realize a atividade de acordo com o que planeou.
4. Registe as observações numa tabela e faça o tratamento dos resultados.
5. Tire as suas conclusões.
6. Apresente as suas conclusões à turma, não se esquecendo de referir as previsões que realizou na pergunta um.

Parte II

1. Pesquise no seu manual, outra forma ou formas de aproveitar a Energia proveniente do Sol.
2. Indique, justificando de acordo com a figura 1, que zona ou zonas de Portugal é/são mais ou menos apropriadas para construir Centrais Elétricas Fotovoltaicas.

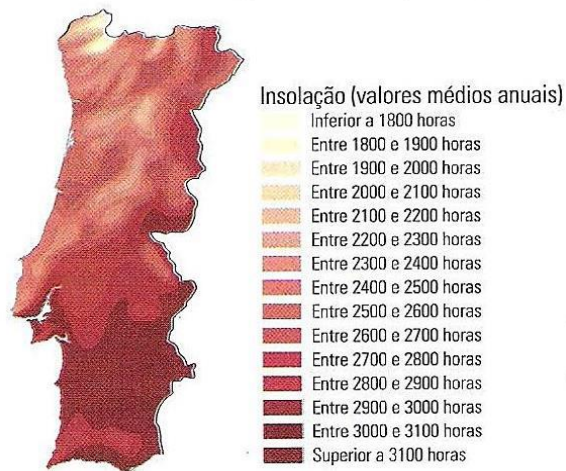


Figura1 - insolação média anual em Portugal

Parte III

1. Indique o que aprendeu com a realização da tarefa.
2. Refira o que mudava se voltasse a realizar a tarefa. Justifique.
3. Indique as dificuldades que sentiu durante a realização da tarefa.
4. Indique o que achou mais interessante.
5. Refira como funcionaram como grupo. (Houve troca de ideias entre os elementos do grupo? Todos os elementos participaram na atividade prática? ...)

Tarefa 5

FICHA DE TRABALHO DE FQ A - BALANÇO ENERGÉTICO DA TERRA

10ºANO

Astrónomos por todo o Mundo descobrem anualmente novos planetas em sistemas planetários diferentes do nosso. No entanto o nosso planeta, a Terra, é o único conhecido a albergar vida. Isto acontece em grande parte porque a sua temperatura média, à superfície, permite a existência de água no estado líquido.

Apesar de já se terem registado temperaturas de $-93,2^{\circ}\text{C}$ na Antártida, de $57,8^{\circ}\text{C}$ na Califórnia e de absorver energia sob forma de radiação na ordem dos 240 W/m^2 proveniente do Sol, a temperatura média à superfície da Terra mantém-se constante, aproximadamente 15°C , uma vez que se encontra em equilíbrio térmico, valor obtido por medição direta.

No entanto, é possível estimar um valor teórico para a temperatura média à superfície da Terra, aplicando a lei de Stefan-Boltzmann.

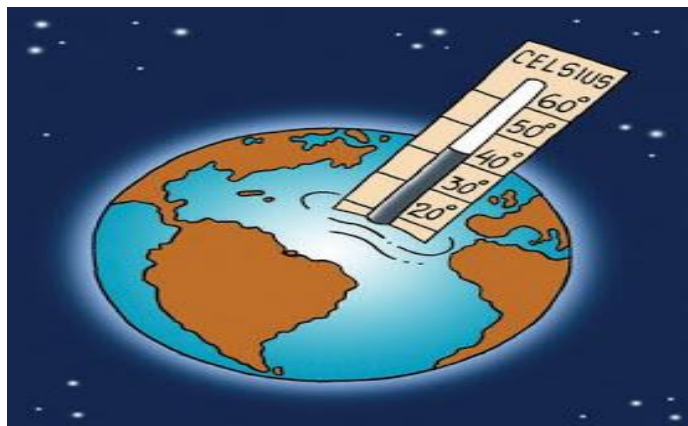
Parte I

1. Após a leitura atenta do texto, estime o valor teórico para a temperatura média à superfície da Terra, a partir dos elementos teóricos fornecidos.
2. Compare o valor obtido na pergunta anterior, com o valor para a temperatura média à superfície da Terra referido no texto e indique possíveis razões para a eventual diferença entre o valor teórico e o valor real fornecido.
3. Apresente à turma, discutindo com os colegas, as conclusões que tirou, não se esquecendo de referir as aproximações efetuadas.

Parte II

Os modelos teóricos e explicativos da evolução do Sol indicam que, há cerca de 300 milhões de anos, o Sol emitia cerca de 75% da radiação que hoje emite. No entanto, nessa época, a atmosfera terrestre era muito mais rica em dióxido de carbono e em amoníaco.

Como se justifica o facto de, na altura, a temperatura da Terra ser mais elevada do que seria de esperar?



Parte III

1. O que aprendeu com a realização da tarefa?
2. Onde sentiu mais dificuldades?
3. O que gostou mais? Porquê? O que gostou menos? Porquê?
4. O que alterava na tarefa se a voltasse a fazer?

Anexo C - Questionários

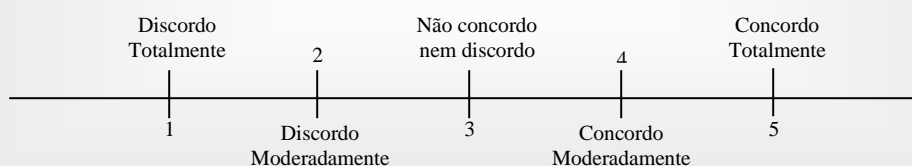
Questionário de resposta aberta

Responda ao seguinte questionário:

1. Que aprendizagens realizou com este tipo de tarefas?
2. Que dificuldades sentiu, quando estava a realizar este tipo de tarefas nas aulas?
 - 2.1. Como ultrapassou essas dificuldades?
 - 2.2. Como evoluíram as suas dificuldades? Aumentaram ou diminuíram? Porquê?
3. Gostou de realizar este tipo de tarefas nas aulas?
 - 3.1. O que mais gostou? Porquê?
 - 3.2. De que menos gostou? Porquê?
4. Considera que as tarefas que realizou são úteis? Em que aspetos?
5. O que considera que deve ser alterado nas tarefas realizadas?
6. Gostou do conjunto das aulas? Porquê?
7. Considera que os assuntos abordados nas aulas, estavam relacionados com o quotidiano e/ou com situações reais? Pode dar exemplos?

Questionário de resposta fechada

Este questionário contém itens que se referem a situações de ensino/aprendizagem que podem ocorrer nas aulas de Física e Química A. Por favor, indique o seu grau de concordância ou discordância, relativamente a cada uma das afirmações que se seguem, marcando com um círculo o número mais apropriado. Considere a escala de 1 a 5 e atenda ao significado de cada um dos pontos.



Nas aulas de Física e Química A:

1	O professor avalia-nos pelo nosso desempenho em aulas de trabalho laboratorial	1	2	3	4	5
2	Somos avaliados pelo que memorizamos	1	2	3	4	5
3	A nossa autoavaliação é muito importante	1	2	3	4	5
4	Damos a nossa opinião durante o processo de avaliação	1	2	3	4	5
5	O professor dá-nos indicação do que necessitamos fazer para melhorar	1	2	3	4	5
6	O que conta para a avaliação são os resultados dos testes escritos	1	2	3	4	5
7	Todos os trabalhos realizados contam para a classificação no final do período	1	2	3	4	5
8	Conhecemos os instrumentos que o professor utiliza para nos avaliar	1	2	3	4	5
9	Fazemos experiências	1	2	3	4	5
10	Trabalhamos em grupo	1	2	3	4	5
11	Discutimos em grupo as actividades que realizamos	1	2	3	4	5
12	O professor dita apontamentos	1	2	3	4	5
13	O professor expõe a matéria e nós ouvimos	1	2	3	4	5
14	Construímos aparelhos/instrumentos	1	2	3	4	5
15	Elaboramos cartazes	1	2	3	4	5
16	Há uma boa qualidade de ensino	1	2	3	4	5

17	Tomamos parte activa na aula	1	2	3	4	5
18	Decidimos em grupo as questões que orientam as nossas investigações	1	2	3	4	5
19	Temos autonomia para pesquisar assuntos ao nosso gosto	1	2	3	4	5
20	Aprendemos pouco quando trabalhamos em grupo	1	2	3	4	5
21	Pesquisamos informação em locais exteriores à escola	1	2	3	4	5
22	Consultamos a Internet	1	2	3	4	5
23	Planeamos experiências	1	2	3	4	5
24	Comunicamos os resultados das nossas experiências	1	2	3	4	5
25	Escolhemos os problemas a investigar	1	2	3	4	5
26	Aprendemos muito	1	2	3	4	5
27	Sentimo-nos bem	1	2	3	4	5
28	O tempo passa muito rapidamente	1	2	3	4	5
29	Responsabilizamo-nos pelo trabalho que temos que realizar	1	2	3	4	5
30	Respeitamos as ideias dos nossos colegas	1	2	3	4	5
31	Tratamos com cuidado o material de laboratório	1	2	3	4	5
32	O professor realiza experiências para nós vermos	1	2	3	4	5
33	O professor modera as discussões entre grupos de alunos	1	2	3	4	5
34	O professor incentiva a pesquisa de informação	1	2	3	4	5
35	O professor apoia-nos durante a realização das actividades	1	2	3	4	5
36	O professor respeita as nossas opiniões	1	2	3	4	5
37	O professor questiona-nos sobre o tema em estudo	1	2	3	4	5
38	O professor encoraja os alunos a testar as suas ideias	1	2	3	4	5
39	O professor utiliza as ideias e sugestões dos alunos	1	2	3	4	5
40	O professor respeita cada aluno como pessoa	1	2	3	4	5
41	O professor explica muito bem a matéria	1	2	3	4	5
42	A relação entre o professor e os alunos é boa	1	2	3	4	5
43	Temos possibilidade de dialogar com o professor	1	2	3	4	5
44	Aprendemos a relacionar as matérias com questões do dia-a-dia	1	2	3	4	5
45	O professor incentiva a ligação escola/meio	1	2	3	4	5
46	Tomamos consciência do impacto social da ciência e tecnologia	1	2	3	4	5
47	Fazemos actividades ao ar livre	1	2	3	4	5
48	Debatemos questões sobre o bem-estar da sociedade	1	2	3	4	5

